



TUGAS AKHIR (RC14-1501)

ANALISA PERBANDINGAN PERILAKU *CONCRETE FILLED STEEL TUBE* (CFT) DENGAN *SINGLE* DAN *DOUBLE SKIN TUBE* AKIBAT BEBAN AKSIAL DAN LENTUR

BERNARD OCTAVIANUS
NRP. 3112 100 147

Dosen Pembimbing :
Budi Suswanto, S.T.,M.T.,Ph.D
Data Iranata, S.T.,M.T.,Ph.D

JURUSAN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya, 2016



TUGAS AKHIR (RC14-1501)

ANALISA PERBANDINGAN PERILAKU *CONCRETE FILLED STEEL TUBE* (CFT) DENGAN *SINGLE* DAN *DOUBLE SKIN TUBE* AKIBAT BEBAN AKSIAL DAN LENTUR

BERNARD OCTAVIANUS
NRP. 3112 100 147

Dosen Pembimbing :
Budi Suswanto, S.T.,M.T.,Ph.D
Data Iranata, S.T.,M.T.,Ph.D

JURUSAN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016



FINAL PROJECT (RC14-1501)

**ANALYSIS OF BEHAVIOR OF CONCRETE-FILLED TUBE
(CFT) USING SINGLE AND DOUBLE SKIN TUBE IN
RECEIVING AXIAL AND FLEXURAL LOAD**

BERNARD OCTAVIANUS
NRP. 3112 100 147

Major Supervisor :
Budi Suswanto, S.T.,M.T.,Ph.D
Data Iranata, S.T.,M.T.,Ph.D

CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Civil Engineering and Planning
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya, 2016

**ANALISA PERBANDINGAN PERILAKU *CONCRETE
FILLED STEEL TUBE* (CFT) DENGAN *SINGLE* DAN
DOUBLE SKIN TUBE AKIBAT BEBAN AKSIAL DAN
LENTUR**

TUGASAKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada**

Bidang Studi Struktur

**Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya**

Oleh:

**BERNARD OCTAVIANUS
NRP. 3112 100 147**

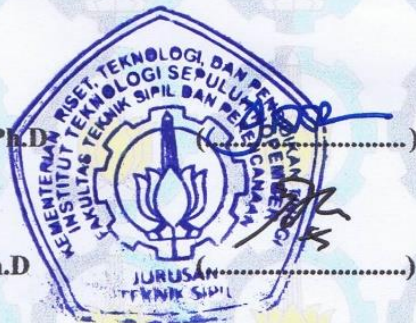
Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

Pembimbing I:

Budi Suswanto, S.T., M.T., Ph.D

Pembimbing II:

Data Iranata, S.T., M.T., Ph.D



SURABAYA, JULI 2016

ANALISA PERBANDINGAN PERILAKU *CONCRETE FILLED STEEL TUBE* (CFT) DENGAN *SINGLE* DAN *DOUBLE SKIN TUBE* AKIBAT BEBAN AKSIAL DAN LENTUR

Nama Mahasiswa : Bernard Octavianus
NRP : 31 12 100 147
Jurusan : Teknik Sipil FTSP – ITS
Dosen Pembimbing I : Budi Suswanto, S.T.,M.T.,Ph.D
Dosen Pembimbing II : Data Iranata, S.T.,M.T.,Ph.D

ABSTRAK

Kolom komposit salah satunya Concrete-Filled Tube (CFT) menawarkan beberapa kemudahan diantaranya mereka tidak perlu menggunakan bekisting, jumlah tulangan bisa dikurangkan atau dihilangkan, dan tidak diperlukan perkuatan. Secara struktural Concrete-Filled Tube (CFT) menawarkan beberapa keunggulan dibandingkan dengan beton bertulang dan kolom tipe i-section. Selain itu penggunaan Concrete-Filled Tube (CFT)) sebagai kolom pada bangunan membuat kolom lebih kuat dan mampu menyerap lebih banyak energi.

Secara umum, dalam Tugas Akhir ini akan dilakukan validasi hasil eksperimental tentang pengaruh concrete-filled tube (CFT) dengan menggunakan double-skin tube (CFDST) tipe circular dalam menerima beban aksial, eksperimental tentang pengaruh concrete-filled tube (CFT) dengan menggunakan double-skin tube (CFDST) tipe dodecagonal dalam menerima beban lentur dan eksperimental tentang pengaruh concrete-filled tube (CFT) dengan menggunakan single-skin tube tipe circular dalam menerima beban aksial . Untuk melihat perilaku elemen dari dari hasil pengujian yang ditinjau akan menggunakan software ABAQUS. Setelah dilakukan validasi nantinya tipe tube

akan diganti untuk mengetahui tipe mana yang paling optimal dalam menerima beban aksial dan lentur.

Proses yang dilaksanakan selama running dengan software abaqus secara berurutan adalah pembuatan part, pembuatan material, assembly specimen, penentuan step, penentuan interaksi antar material pada specimen, pemberian perletakan, pemberian beban, meshing, dan running.

Dari analisa Abaqus didapati bahwa perbedaan antara hasil eksperimental dengan abaqus adalah sebesar 12 persen. Adapun specimen yang paling baik dalam menerima tekan adalah single skin tube dengan tipe rectangular sementara yang paling buruk adalah double skin tube dengan tipe rectangular – circular. Dalam menerima beban tekan kondisi beton sudah mengalami crack namun kondisi baja belum sampai batas leleh.

Kata kunci : Kolom Komposit, Prilaku Elemen, Beban Aksial dan Lentur

ANALYSIS OF BEHAVIOR OF CONCRETE-FILLED TUBE (CFT) USING SINGLE AND DOUBLE SKIN TUBE IN RECEIVING AXIAL AND FLEXURAL LOAD

Name : Bernard Octavianus
NRP : 3112100147
Department : Teknik Sipil FTSP – ITS
Supervisor I : Budi Suswanto, S.T.,M.T.,Ph.D
Supervisor II : Data Iranata, S.T.,M.T.,Ph.D

ABSTRACT

One composite column Concrete-Filled Tube (CFT) offers some ease of which they do not need to use formwork, amount of reinforcement can be reduced and is not required retrofitting. In struktular Concrete-Filled Tube (CFT) offers several advantages compared with reinforced concrete and column of type i-section. In addition the use of Concrete-Filled Tube (CFT)) as a column on the building make the column more powerful and able to absorb more energy.

In general, in this final project will be the validation of experimental results on the effect of concrete-filled tubes (CFT) using double-skin tube (CFDST) type circular in receiving the axial load, the experimental effect of concrete-filled tubes (CFT) using double -skin tube (CFDST) dodecagonal type in receiving the experimental bending load and on the influence of concrete-filled tubes (CFT) using single-skin in a circular tube-type receiving axial loads. To view the behavior of the elements of the test results will be reviewed using ABAQUS software. After

validation of the type of tube will be replaced to determine which type is most optimal receiving axial loads and bending.

Processed at running are make a part of the element, and then define the material of the element itself. After Define the element the next step is assembly the specimen.. The next step after assembly are decide the type of interaction between element. Next step are make the boundary condition, meshing, and the last one is running the program.

From Abaqus, it shows that the percentage between experimental and using software are 12%. In another way, the best specimen of CFT that have axial force are single tube rectangular type. The worst one was double skin tube with rectangular and circular tube. Whenever the concrete already in cracking force the element of steel is not yet in yielding position

**Key Word : Column Composite, Element Behavior, Expenses
Axial and Bending**

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
ABSTRAK.....	iii
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL.....	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan	3
1.4. Batasan Masalah.....	4
1.5. Manfaat	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Umum.....	5
2.2. Tekuk Lokal Buckling Pada CFT	5
2.3. Kapasitas CFT dengan Double Skin Tube (Chen dkk 2015) dalam menahan beban lentur.....	7
2.4. Kapasitas CFT dengan Single Skin Tube (Georgious dkk 2015) dalam menahan beban aksial.....	9
BAB III METODOLOGI	11
3.1. Diagram Alir Penyelesaian Tugas Akhir.....	11
3.2. Studi Literature	12

3.3.	Data Hasil Benda Uji (Chen dkk, 2015)	12
3.4.	Data Hasil Benda Uji (Georgious, 2003).....	12
3.5.	Analisa Penampang	13
3.6.	Kriteria Untuk Kolom Komposit	13
3.7.	Kuat Rencana.....	14
3.8.	Input Program FEA	16
3.9.	Verifikasi Hasil Eksperimental.....	18
3.10.	Pleriminary Design	18
BAB IV PEMBAHASAN		27
4.1.	Kontrol Penampang	27
4.2.	Merencanakan Pno	41
4.3.	Analisa Prilaku CFT	69
4.4.	Hasil dan Analisa.....	83
BAB V PENUTUP		103
10.1.	Kesimpulan.....	103
10.1.	Saran	103
DAFTARPUSTAKA		104
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kapasitas CFT tipe circular	7
Tabel 2.2	Kapasitas CFT tipe dodecagonal	10
Tabel 3.1	Batasan rasio lebar terhadap ketebalan untuk elemen baja tekan dalam komponen struktur komposit	57
Tabel 3.2	Parameter <i>plasticity</i> beton	58
Tabel 3.3	Spesifikasi Specimen CFT Single tube tipe rectangular	60
Tabel 3.4	Spesifikasi Specimen CFT Single tube tipe circularr.....	63
Tabel 3.5	Spesifikasi Specimen CFT Double tube tipe rectangular	65
Tabel 3.6	Spesifikasi Specimen CFT Double tube tipe circularr.....	67
Tabel 3.7	Spesifikasi Specimen CFT Single tube tipe rectangular-circular.....	69
Tabel 4.1	Rekapitulasi Kontrol Penampang	40
Tabel 4.2	Rekapitulasi Nilai Pno	47
Tabel 4.3	Pembebanan Siklus 1 STR 1	50
Tabel 4.4	Pembebanan Siklus 1 STR 2	50
Tabel 4.5	Pembebanan Siklus 1 STR 3	50
Tabel 4.6	Pembebanan Siklus 1 STC 1	51
Tabel 4.7	Pembebanan Siklus 1 STC 2	51
Tabel 4.8	Pembebanan Siklus 1 STC 3	51
Tabel 4.9	Pembebanan Siklus 1 DTR 1	52
Tabel 4.10	Pembebanan Siklus 1 DTR 2	52
Tabel 4.11	Pembebanan Siklus 1 DTR 3	52
Tabel 4.12	Pembebanan Siklus 1 DTC 1	53
Tabel 4.13	Pembebanan Siklus 1 DTC 2	53
Tabel 4.14	Pembebanan Siklus 1 DTC 3	53
Tabel 4.15	Pembebanan Siklus 1 DTRC 1	54
Tabel 4.16	Pembebanan Siklus 1 DTRC 2.....	54
Tabel 4.17	Pembebanan Siklus 1 DTRC 3.....	54
Tabel 4.18	Pembebanan Siklus 2 STR 1	57
Tabel 4.19	Pembebanan Siklus 2 STR 2	57

Tabel 4.20	Pembebanan Siklus 2 STR 3	57
Tabel 4.21	Pembebanan Siklus 2 STC 1	58
Tabel 4.22	Pembebanan Siklus 2 STC 2	58
Tabel 4.23	Pembebanan Siklus 2 STC 3	58
Tabel 4.24	Pembebanan Siklus 2 DTR 1	59
Tabel 4.25	Pembebanan Siklus 2 DTR 2	59
Tabel 4.26	Pembebanan Siklus 2 DTR 3	59
Tabel 4.27	Pembebanan Siklus 2 DTC 1	60
Tabel 4.28	Pembebanan Siklus 2 DTC 2	60
Tabel 4.29	Pembebanan Siklus 2 DTC 3	60
Tabel 4.30	Pembebanan Siklus 2 DTRC 1	61
Tabel 4.31	Pembebanan Siklus 2 DTRC 2	61
Tabel 4.32	Pembebanan Siklus 2 DTRC 3	61
Tabel 4.33	Pembebanan Siklus 3 STR 1	64
Tabel 4.34	Pembebanan Siklus 3 STR 2	64
Tabel 4.35	Pembebanan Siklus 3 STR 3	64
Tabel 4.36	Pembebanan Siklus 3 STC 1	65
Tabel 4.37	Pembebanan Siklus 3 STC 2	65
Tabel 4.38	Pembebanan Siklus 3 STC 3	65
Tabel 4.39	Pembebanan Siklus 3 DTR 1	66
Tabel 4.40	Pembebanan Siklus 3 DTR 2	66
Tabel 4.41	Pembebanan Siklus 3 DTR 3	66
Tabel 4.42	Pembebanan Siklus 3 DTC 1	67
Tabel 4.43	Pembebanan Siklus 3 DTC 2	67
Tabel 4.44	Pembebanan Siklus 3 DTC 3	67
Tabel 4.45	Pembebanan Siklus 3 DTRC 1	68
Tabel 4.46	Pembebanan Siklus 3 DTRC 2	68
Tabel 4.47	Pembebanan Siklus 3 DTRC 3	68
Tabel 4.47	Rekapitulasi Deformasi Beton Siklus 1 U33.	86
Tabel 4.47	Rekapitulasi Deformasi Beton Siklus 1 U11.	87
Tabel 4.47	Rekapitulasi Deformasi Beton Siklus 1 U33.	88
Tabel 4.47	Rekapitulasi Deformasi Beton Siklus 1 U11.	89
Tabel 4.47	Rekapitulasi Deformasi Beton Siklus 1 U33.	90
Tabel 4.47	Rekapitulasi Deformasi Beton Siklus 1 U11.	91
Tabel 4.47	Rekapitulasi Deformasi Baja Siklus 1 U11 ...	95
Tabel 4.47	Rekapitulasi Deformasi Baja Siklus 1 U11 ...	96
Tabel 4.47	Rekapitulasi Deformasi Baja Siklus 1 U11 ...	97

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Contoh model CFT dengan Single dan Double Tube	2
Gambar 2.1	Penampang Kolom Komposit.....	5
Gambar 2.2	Perubahan Tekuk Akibat Adanya Inti Beton.....	6
Gambar 2.3	Sistem Uji CFT (Chen dkk 2015).....	8
Gambar 2.4	Hasil Test Lentur	8
Gambar 2.5	Sistem Uji CFT (Georgious 2013).....	9
Gambar 2.5	Sistematika pengetesan (Georgious 2013).....	10
Gambar 3.1	Diagram alir	11
Gambar 3.2	Penampang CFT Program Abaqus	16
Gambar 3.3	Assembly CFT Program Abaqus	17
Gambar 3.4	Sketsa Gambar CFT Single Tube Tipe Rectangular	20
Gambar 3.5	Sketsa Gambar CFT Single Tube Tipe Circular ...	21
Gambar 3.6	Sketsa Gambar CFT Double Tube Tipe Rectangular	22
Gambar 3.7	Sketsa Gambar CFT Double Tube Tipe Circular .	23
Gambar 3.8	Sketsa Gambar CFT Double Tube Tipe Rectangular-circular.....	24
Gambar 4.1	Sketsa Gambar CFT Single Tube Tipe Circular ...	28
Gambar 4.2	Sketsa Gambar CFT Single Tube Tipe Rectangular	30
Gambar 4.3	Sketsa Gambar CFT Single Tube Tipe Circular ...	32
Gambar 4.4	Sketsa Gambar CFT Double Tube Tipe Rectangular	34
Gambar 4.5	Sketsa Gambar CFT Double Tube Tipe Circular .	36

Gambar 4.6	Sketsa Gambar CFT Double Tube Tipe Rectangular-circular.....	38
Gambar 4.7	Sketsa Pembebanan Siklus 1 Untuk STR 1	54
Gambar 4.8	Sketsa Pembebanan Siklus 2 Untuk STR 1	59
Gambar 4.9	Sketsa Pembebanan Siklus 3 Untuk STR 1	63
Gambar 4.11	Memasukan Koordinat Untuk STR 1	70
Gambar 4.12	Hasil Permodelan Material Baja Untuk STR 1.....	70
Gambar 4.13	Hasil Permodelan Material Baja Untuk STR 1 (Setelah dimasukkan partisi).....	71
Gambar 4.14	Memasukan Koordinat Untuk STR 1	71
Gambar 4.15	Hasil Permodelan Material Beton Untuk STR 1...	72
Gambar 4.16	Density Input Pada Baja Untuk STR 1	73
Gambar 4.17	Elastic Input Pada Baja Untuk STR 1.....	74
Gambar 4.18	Plastic Input Pada Baja Untuk STR 1	74
Gambar 4.19	Density Input Pada Beton Untuk STR 1	75
Gambar 4.20	Elastic Input Pada Beton Untuk STR 1	75
Gambar 4.21	Plastic Input Pada Beton Untuk STR 1.....	76
Gambar 4.22	Assembly Untuk STR 1	76
Gambar 4.23	Step Untuk STR 1	77
Gambar 4.24	Master Surface Untuk STR 1	78
Gambar 4.25	Sleeve Surface Untuk STR 1	78
Gambar 4.26	Surface to surface Untuk STR 1	79
Gambar 4.27	Perletakan Untuk STR 1	80
Gambar 4.28	Pembebanan Siklus 1 Untuk STR 1.....	81
Gambar 4.29	Pembebanan Siklus 2 Untuk STR 1.....	81
Gambar 4.30	Meshing Profil Baja Untuk STR 1.....	82

Gambar 4.31	Meshing Profil Beton Untuk STR 1	82
Gambar 4.32	Perbandingan Lendutan Abaqus Dengan Eksperimen (Georgious 2003)	83
Gambar 4.33	Perbandingan Lendutan Abaqus Dengan Eksperimen (Chen 2015)	83
Gambar 4.34	Hasil Deformasi Siklus 1 Elemen CFT.....	84
Gambar 4.35	Hasil Deformasi Siklus 2 Elemen CFT.....	85
Gambar 4.36	Hasil Deformasi Siklus 3 Elemen CFT.....	85
Gambar 4.37	Grafik Perbandingan Lendutan dan Beban Untuk Siklus 1 U33	91
Gambar 4.38	Grafik Perbandingan Lendutan dan Beban Untuk Siklus 2 U11	91
Gambar 4.39	Grafik Perbandingan Lendutan dan Beban Untuk Siklus 2 U33	92
Gambar 4.40	Grafik Perbandingan Lendutan dan Beban Untuk Siklus 3 U11	92
Gambar 4.41	Grafik Perbandingan Lendutan dan Beban Untuk Siklus 3 U33	93

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dewasa ini perkembangan sistem infrastruktur terus berlangsung. Pemilihan material yang dapat mempercepat proses konstruksi menjadi salah satu acuan dalam pemilihan bahan atau material. Salah satu material yang sering digunakan adalah material komposit baja dan beton. Dari segi kecepatan dan kemudahan material komposit dapat diandalkan untuk mempercepat alur konstruksi.

Kolom adalah bagian yang sangat fundamental dari kebanyakan struktur, maka prediksi yang akurat dari kapasitas mereka sangat penting untuk keseluruhan efisiensi dan efektivitas material. Kolom komposit adalah dimana elemen baja bertindak secara komposit dengan beton untuk menahan gaya tekan. Kolom komposit belakangan ini sering digunakan dalam konstruksi modern. Ada berbagai jenis kolom komposit yang sering digunakan, tapi yang paling sering digunakan adalah kolom tipe *I-section* dan *concrete-filled tube* (CFT). Dalam hal pengerjaan, kolom komposit menawarkan beberapa kemudahan diantaranya mereka tidak perlu menggunakan bekisting, jumlah tulangan bisa dikurangkan atau dihilangkan, dan tidak diperlukan perkuatan (Johansson, 2002). Secara struktural *concrete-filled double-skin tube* (CFDST) menawarkan beberapa keunggulan dibandingkan dengan beton bertulang dan kolom tipe *i-section*. Selain itu penggunaan *concrete-filled tube* (CFT) dengan menggunakan *double-skin tube* (CFDST) sebagai kolom pada bangunan membuat kolom lebih kuat dan mampu menyerap lebih banyak energi (Zhao, 2002).

Secara umum, dalam Tugas Akhir ini akan dilakukan validasi hasil eksperimental dari Essopje dan Dundu, 2015 tentang pengaruh *concrete-filled tube* (CFT) dengan menggunakan *double-skin tube* (CFDST) tipe *circular* dalam menerima beban aksial, eksperimental dari Chen dkk, 2015 tentang pengaruh *concrete-*

filled tube (CFT) dengan menggunakan *double-skin tube* (CFDST) tipe *dodecagonal* dalam menerima beban lentur dan eksperimental dari Georgios, 2003 tentang pengaruh *concrete-filled tube* (CFT) dengan menggunakan *single-skin tube* tipe *circular* dalam menerima beban aksial . Untuk melihat perilaku elemen dari dari hasil pengujian yang ditinjau akan menggunakan software ABAQUS. Setelah dilakukan validasi nantinya tipe *tube* akan diganti untuk mengetahui tipe mana yang paling optimal dalam menerima beban aksial dan lentur.

Tugas akhir ini difokuskan untuk mempelajari perilaku elemen *concrete-filled tube* (CFT) yang dalam menerima beban aksial dan lentur yang dilakukan Essopje dan Dundu, Chen dkk dan Georgios. Selain itu tugas akhir ini juga menganalisa model keruntuhan akibat beban aksial dan lentur dari *concrete-filled tube* (CFT) dengan menggunakan *single* dan *double-skin tube* dengan dua jenis bentuk *single tube* yaitu *rectangular* dan *circular* dan tiga jenis bentuk *double tube* yaitu *rectangular*, *circular*, dan *rectangular – circular* seperti pada gambar 1.1.



Gambar 1.1 Contoh model – model *concrete-filled tube* (CFT) dengan menggunakan *Single* dan *double-skin tube*

1.2 Permasalahan

1.2.1 Umum

Bagaimana menganalisa perbandingan perilaku elemen *concrete-filled tube* (CFT) dengan menggunakan *single* dan *double-skin tube* dalam menerima beban aksial dan lentur?

1.2.2 Khusus

Permasalahan yang akan dikaji dalam studi ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana verifikasi hasil abaqus dengan hasil eksperimental yang telah dilakukan oleh Chen dkk, dan Georgios pada elemen *concrete-filled tube* (CFT)?
2. Bagaimana pengaruh model tube pada perilaku elemen *concrete-filled tube* (CFT) dalam menerima beban aksial?
3. Bagaimana pengaruh model tube pada perilaku elemen *concrete-filled tube* (CFT) dalam menerima beban lentur?
4. Bagaimana pengaruh model tube pada perilaku elemen *concrete-filled tube* (CFT) dalam menerima beban aksial dan lentur?

1.3 Tujuan

1.3.1 Umum

Mengetahui analisa perbandingan perilaku elemen *concrete-filled tube* (CFT) dengan menggunakan *single* dan *double-skin tube* dalam menerima beban aksial dan lentur

1.3.2 Khusus

Dari permasalahan yang ada di atas, adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penyusunan tugas akhir ini adalah :

1. Mengetahui verifikasi hasil abaqus dengan hasil eksperimental yang telah dilakukan oleh Chen dkk, dan Georgios pada elemen *concrete-filled tube* (CFT)
2. Mengetahui pengaruh model tube pada perilaku elemen *concrete-filled tube* (CFT) dalam menerima beban aksial.

3. Mengetahui pengaruh model tube pada perilaku elemen concrete-filled tube (CFT) dalam menerima beban lentur.
4. Mengetahui pengaruh model tube pada perilaku elemen concrete-filled tube (CFT) dalam menerima beban aksial dan lentur.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam analisa ini adalah :

1. Analisa pembebanan terhadap struktur hanya merupakan beban aksial dan lentur.
2. Analisa menggunakan bantuan program bantu Finite Element Analysis (Abaqus).
3. Tidak membahas sambungan antar elemen.

1.5 Manfaat

Manfaat dalam penulisan tugas akhir ini adalah :

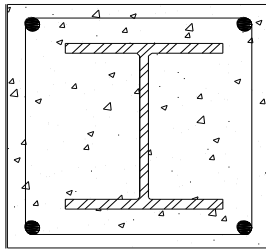
1. Memberikan wawasan terutama kepada penulis tentang perbandingan model keruntuhan dengan variasi *tube* pada *concrete-filled tube* (CFT).
2. Diharapkan dapat menjadi pertimbangan dalam perencanaan struktur kolom menggunakan *concrete-filled tube* (CFT).

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

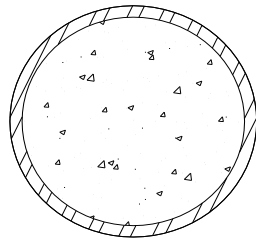
Ada dua tipe kolom komposit, yaitu :

1. Kolom komposit yang terbuat dari profil baja yang diberi selubung beton di sekelilingnya (kolom baja berselubung beton).
2. Kolom komposit terbuat dari penampang baja berongga (kolom baja berintikan beton).



(a)

Profil Baja Dibungkus Beton/
Steel Reinforce Concrete



(b)

Baja Berintikan Beton/
Concrete Filled Steel

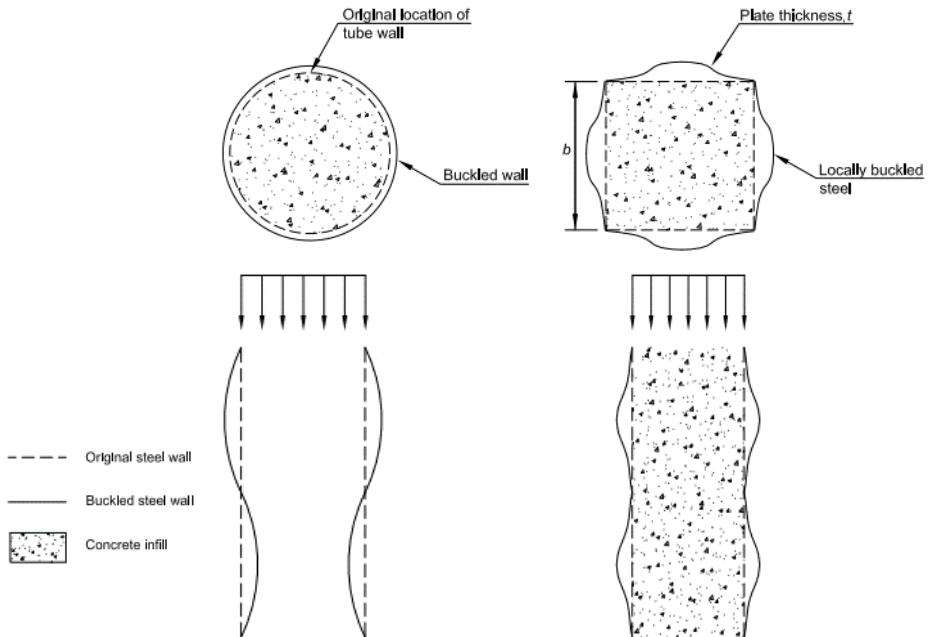
Gambar 2.1 Penampang kolom komposit

2.2 Tekuk *Local Buckling* pada *Concrete Filled Steel Tube*

Pada kolom komposit (kolom baja berintikan beton) memiliki pengaruh signifikan terhadap kekuatan, kekakuan, dan daktilitas. Tekuk *local buckling* pada pelat baja dipengaruhi oleh tekanan dari inti beton. Beton inti mengubah

model dari tekuk pelat baja. Sebagai contoh bisa dilihat pada Gambar 2.2.

Koefisien tekuk pada pelat yang elastis mengalami perubahan koefisien dari 4,00 untuk koefisien dari kolom baja tanpa inti beton menjadi 10.6 untuk kolom baja dengan inti beton akibatnya, tekuk pelat mengalami peningkatan regangan 2.65 kali dari regangan kolom baja tanpa inti beton (Ziemian,2010). Demikian juga hasil dari penelitian Bradford menunjukkan bahwa elastisitas *local buckling* pada profil *hollow* tanpa inti beton meningkat 1.73 kali dari *hollow* dengan inti beton (Bradford et.al 2002).



Gambar 2.2 Perubahan tekuk akibat adanya inti beton

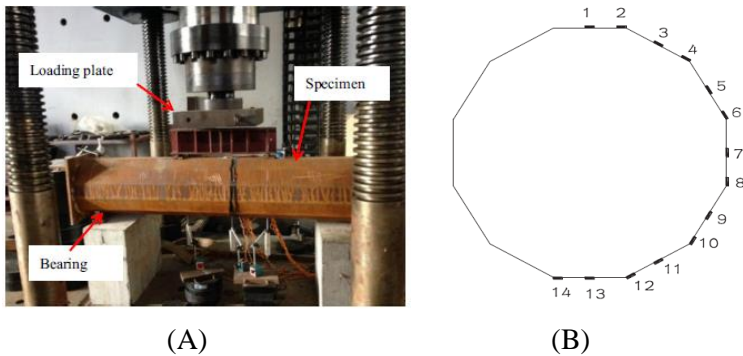
2.3 Kapasitas *Concrete-Filled Tube* (CFT) dengan Menggunakan *Double-Skin Tube Tipe Dodecagonal* dalam Menerima Beban Lentur (Chen dkk, 2015).

Dalam melakukan eksperimen dibutuhkan design awal (Preliminary Design), Berikut (Tabel 2.2) adalah rencana dari specimen yang akan di test atau di coba oleh Chen dkk

Tabel 2.1 Kapasitas *CFT* tipe *dodecagonal* (Che dkk, 2015)

Specimen	L (mm)	D_o (mm)	t_o (mm)	D_i (mm)	t_i (mm)
DCS300-3-180-3	2000	300.2	2.98	180.2	3.00
DCS400-3-240-3	2000	400.1	2.98	239.8	3.01
DCS400-3-280-3	2000	399.7	2.98	279.6	3.02
DCS300-4-180-3	2000	300.3	4.01	179.9	3.00
DCS300-4-180-3A	2000	300.2	4.01	180.0	2.98
DCS400-4-240-3	2000	400.1	4.01	240.1	3.00
DCS400-4-280-3	2000	399.6	4.01	280.0	2.99

Sistem uji test yang dilakukan adalah terdiri dari 14 Pengukur tegangan dimana 7 ditaruh pada bagian pinggir dan 7 ditaruh pada bagian badan terlihat dalam Gambar 2.7. Adapun *Linear Variable Displacement Transducer* (LVDTs) dipasang pada bagian bawah dan berada di tengah bentang untuk mengetahui lateral displacement. Sementara akan dipasang 2 dial untuk mengetahui settlement dari test frame sepanjang pengujian.



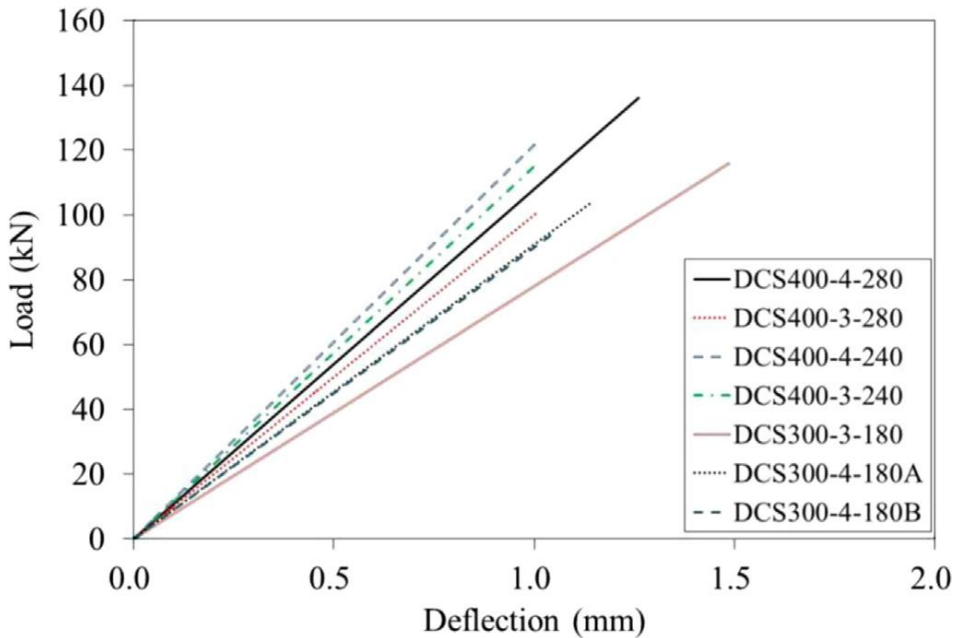
Gambar 2.3 (A) Sistematika Tes (B) 14 Titik Pengukur Tegangan (Chen dkk, 2015)

Hasil dari test CFT (Gambar 2.8) menunjukkan kegagalan dalam hal duktilitas. Tidak terjadi kegagalan patah tarik dan kegagalan pada sambungan tube (Pengelasan) dari pada kolom CFT.



Gambar 2.4 Hasil Test Lentur (Chen dkk,2015)

Setelah dilakukan pengetesan maka akan dilakukan penyimpula pengetesan berupa table perbandingan antara defleksi dengan beban yang diberikan (Gambar 2.9)



Gambar 2.5 Hasil Test Lentur defleksi berbanding beban (Chen dkk, 2015)

2.4 Kapasitas *Concrete-Filled Tube* (CFT) dengan Menggunakan *Single-Skin Tube Tipe Circular* dalam Menerima Beban Aksial (Georgios, 2003).

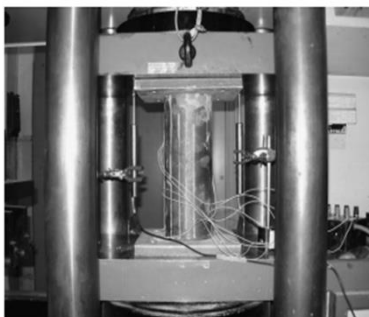
Dalam melakukan eksperimen dibutuhkan design awal (Preliminary Design), Berikut (Tabel 2.3) adalah rencana dari specimen yang akan di test atau di coba oleh Georgios

Tabel 2.2 Kapasitas *CFT* dengan *single skin* tipe *circular* (Georgios 2003)

Ref.	Diameter D (mm)	Thickness t (mm)	D/t	Length L (mm)	L/D	Steel strength f_y (MPa)	Concrete cube strength f_{cu} (MPa)
C1	114.0	3.87	29.4	298.9	2.62	343	N/A
C2	115.04	5.02	22.9	300.0	2.61	365	N/A
C3	114.43	3.98	28.7	300.0	2.62	343	31.4
C4	114.57	3.99	28.7	300.0	2.62	343	93.6
C5 ^a	114.43	3.82	29.9	300.0	2.62	343	34.7
C6 ^a	114.26	3.93	29.1	300.0	2.62	343	97.2
C7	114.88	4.91	23.4	300.5	2.61	365	34.7
C8	115.04	4.92	23.4	300.0	2.61	365	104.9
C9	115.02	5.02	22.9	300.5	2.61	365	57.6
C10 ^a	114.49	3.75	30.5	299.3	2.61	343	57.6
C11	114.29	3.75	30.5	300.0	2.62	343	57.6
C12	114.30	3.85	29.7	300.0	2.62	343	31.9
C13 ^a	114.09	3.85	29.6	300.5	2.63	343	31.9
C14	114.54	3.84	29.8	300.0	2.62	343	98.9
C15 ^a	114.37	3.85	29.7	299.5	2.62	343	98.9

^a Indicates *Greased* columns.

Dari ke 15 benda uji *CFT* yang dilakukan tes terhadap beban aksial dengan menggunakan mutu beton 30 Mpa, 60 Mpa, dan 100 Mpa. Dan hasilnya benda uji *CFT* yang diberi beban aksial mengalami kegagalan *local buckling* dan dapat dilihat pada Gambar 2.4. dan untuk mengantisipasi adanya lokal buckling akibat beban aksial, maka pada kolom *CFT* perlu diberi pengekanan (Dennis, 2003)



(A)



(B)

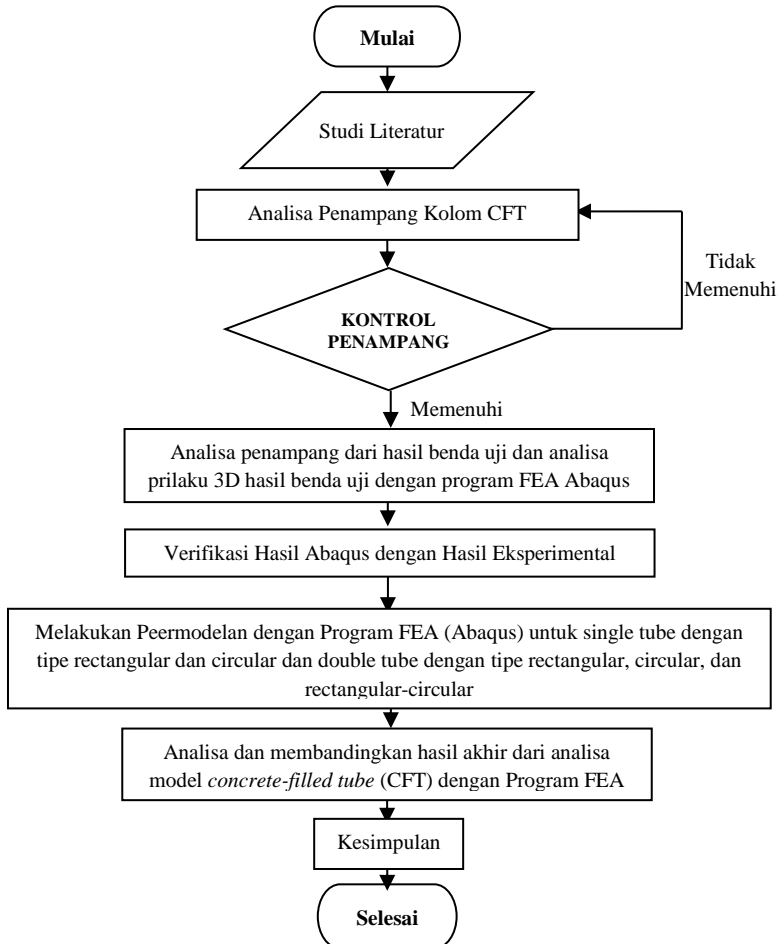
Gambar 2.6 (A) Sistematisa Tes (B) Hasil Tes (Georgios, 2003)

BAB III

METODOLOGI

3.1 Diagram Alir

Sistematika metodologi penulisan Tugas Akhir :



Gambar 3.1 Flowchart metode studi

3.2 Studi Litelatur

Studi literatur dilakukan dengan mengambil referensi referensi dari artikel, karya tulis, jurnal, dan peraturan peraturan yang sesuai dengan tugas akhir ini. Adapun beberapa referensi yang diggunakan di dalam studi literatur pada tugas akhir ini dilampirkan dalam daftar pustaka.

3.3 Data dari hasil benda uji (Chen dkk, 2015)

Jurnal ini berkaitan tentang kapasitas *CFT* dengan *Double Skin* tipe dodecagonal dalam menerima beban bendig. Dalam rangka untuk mempertimbangkan perilaku kolom *concrete-filled double-skin tube* (CFDST), 8 hasil eksperimental diuji dengan mutu beton 35 dan 33,56 MPa (saat 28 hari). Untuk mutu baja terdiri dari 366 Mpa dan 452 MPa.. Keseluruhan benda uji tersebut dibebani dengan beban bending untuk melihat efek dari kolom *CFDST* tersebut dalam menahan beban yang ada.

3.4 Data dari hasil benda uji (Georgios, 2003)

Jurnal ini berkaitan tentang kapasitas *Concrete Filled Steel Tube* (CFT) dengan *single tube* tipe *circular* dalam menerima beban aksial. Dalam rangka untuk mempertimbangkan perilaku kolom *CFT*, 15 hasil eksperimental diuji dengan berbagai kekuatan mutu beton dan ketebalan dinding. Untuk mutu baja terdiri dari 343 Mpa dan 365 Mpa. Keseluruhan benda uji tersebut dibebani dengan beban aksial untuk melihat efek dari kolom *CFT* tersebut dalam menahan beban yang ada.

3.5 Analisa Penampang

Dalam melakukan permodelan dibutuhkan dimensi dan parameter dari bagian-bagian penyusun sistem *Concrete Filled Steel Tube* (CFT)). Dimensi dan parameter bagian-bagian penyusun sistem *Concrete Filled Steel Tube* (CFT) diperoleh dari data eksperimen. Beberapa parameter dasar dari data eksperimen perlu diolah untuk mendapatkan parameter yang diperlukan pada permodelan pada Abaqus. Pengolahan parameter tersebut diambil dari SNI 1729 : 2015 mengenai spesifikasi untuk bangunan gedung baja struktural.

3.6 Kriteria untuk kolom komposit bagi komponen struktur tekan (SNI 03-1729-2015) :

1. Luas penampang profil baja minimal sebesar 1% dari luas penampang komposit total.
2. Mutu beton yang digunakan tidak lebih 70 Mpa dan tidak kurang dari 21 Mpa untuk beton normal dan tidak lebih dari 42 Mpa tidak kurang dari 21 Mpa untuk beton ringan.
3. Tegangan leleh profil dan tulangan baja yang digunakan untuk perhitungan kekuatan kolom komposit tidak boleh lebih dari 525 Mpa;
4. Dalam menahan tekan, penampang komposit terisi beton diklasifikasikan sebagai kompak, nonkompak dan langsing. Untuk penampang yang memenuhi syarat sebagai kompak, rasio lebar terhadap ketebalan maksimum dari elemen baja tekannya tidak boleh melebihi batasan rasio lebar terhadap ketebalan (λ_p) dari tabel 3.1. Jika rasio lebar terhadap ketebalan maksimum dari satu atau lebih elemen baja melebihi λ_p tapi tidak melebihi λ_r dari tabel 3.1 penampang

komposit terisi beton disebut nonkompak. Jika rasio lebar terhadap ketebalan maksimum dari setiap elemen baja tekan melebihi λ_r penampang disebut langsing. Rasio lebar terhadap ketebalan maksimum yang diizinkan harus diisyaratkan dalam tabel 3.1.

Tabel 3.1 Batasan Rasio Lebar Terhadap Ketebalan untuk Elemen Baja Tekan dalam Komponen Struktur Komposit yang Menahan Aksial Tekan

Deskripsi Elemen	Rasio Lebar-terhadap-Ketebalan	λ_p Kompak / Nonkompak	λ_r Nonkompak / Langsing	Maksimum yang diizinkan
Dinding dari PSB Persegi dan Boks dengan Ketebalan Sama	b/t	$2,26 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$3,00 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$5,00 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$
PSB Bundar	D/t	$\frac{0,15E}{F_y}$	$\frac{0,19E}{F_y}$	$\frac{0,3E}{F_y}$

3.7 Kuat Rencana (SNI 03-1729-2015 Ps I)

3.7.1 Kuat Rencana Beban Aksial

Kuat rencana kolom komposit yang menumpu beban aksial adalah P_{no}

-) Untuk Penampang Kompak

$$P_{no} = P_p \quad (3.1)$$

Dimana

$$P_p = F_y A_s + C_2 F_c' (A_c + A_{sr} \frac{E_s}{E_c}) \quad (3.2)$$

$C_2 = 0,85$ untuk penampang persegi dan $0,95$ untuk penampang lingkaran.

-) Untuk Penampang Non - Kompak

$$P_{no} = P_p - \frac{P_p - P_y}{(\lambda_r - \lambda_p)^2} (\lambda - \lambda_p)^2 \quad (3.3)$$

Dimana

λ , λ_p , dan λ_r ditentukan oleh table 3.1

P_p ditentukan dengan persamaan 3.2

$$P_y = F_y A_s + 0,7 F_c' (A_c + A_{sr} \frac{E_s}{E_c}) \quad (3.4)$$

-) Untuk Penampang Langsing

$$P_{no} = F_{cr} A_s + 0,7 F_c' (A_c + A_{sr} \frac{E_s}{E_c}) \quad (3.5)$$

Dimana

Untuk Penampang Persegi Diisi Beton

$$F_{cr} = \frac{9 E_s}{(\frac{b}{t})^2} \quad (3.6)$$

Untuk Penampang Bundar

$$F_{cr} = \frac{0,72 F_y}{[(\frac{d}{t}) \frac{F_y}{E_s}]^2} \quad (3.7)$$

Keterangan

A_c : Luas penampang beton (mm²)

A_s : Luas penampang baja (mm²)

A_{sr} : Luas penampang baja tulangan (mm²)

b : Lebar penampang (mm)

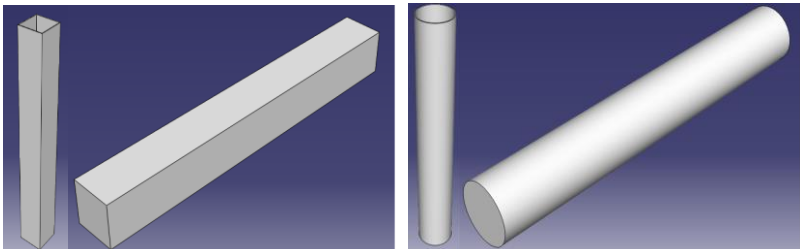
d : Diameter penampang bundar (mm)

E_c	: Modulus elastisitas beton ($0,043 W_c^{1,5} \sqrt{f_c'}$) (Mpa)
E_s	: Modulus elastisitas baja (200000 Mpa)
F_{cr}	: Tegangan kritis (MPa)
F_y	: Tegangan leleh minimum yang diisyaratkan dari penampang baja (Mpa)
P_p	: Kekuatan tumpu nominal (N)
P_y	: Kekuatan leleh aksial (N)
t	: tebal penampang (mm)

3.8 Input Program FEA (Abaqus 6.10)

Analisa struktur (permodelan, pembebanan, dan running) dilakukan dengan bantuan program FEA. Dalam kasus ini menggunakan program Abaqus 6.10. Adapun secara garis besar urutan permodelan adalah sebagai berikut:

1. Create Part



(A)

(B)

Gambar 3.2 Penampang CFT Pada Program Abaqus

(A) Single Skin Rectangular

(B) Single Skin Circular

2. Membuat model *Concrete Filled Steel Tube* (CFT) dengan memasukkan semua koordinat)

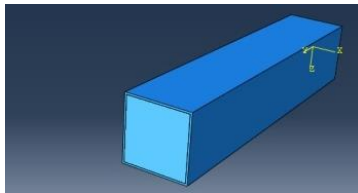
3. Menentukan *Material Property*

A. *Material Manager*

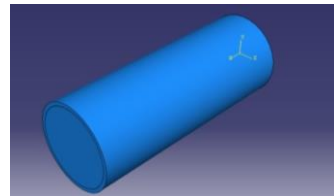
B. *Section Manager*

C. *Section Assignment*

4. *Assembly*



(A)



(B)

Gambar 3.3 Assembly (Penggabungkan Material) Program Abaqus (A) Single Skin Rectangular (B) Single Skin Circular

5. Step

6. Interaction / Perletakan

7. Load / Pembebanan

Pada ujung *Concrete Filled Steel Tube* (CFT) berikan pembebanan sederhana terbagi rata. Pembebanan di lakukan berkala hingga beban maksimum yang direncanakan pada *Concrete Filled*

Steel Tube (CFT). Hasil defleksi dan tegangan dicatat dan ditabelkan.

8. Running

3.9 Verifikasi Hasil Abaqus dengan Hasil Experimental

Verifikasi dilakukan dengan membandingkan hasil dari program *finite element* dengan hasil experiment yang telah dilakukan. Verifikasi dapat dilakukan dengan membandingkan kurva displacement dengan beban dan tegangan dengan beban.

3.10 Preliminary Design Baru

3.10.1 Material

Dalam memodelkan *Concrete Filled Steel Tube* (CFT) material beton adalah beton biasa dengan mutu 35 MPa dan didefinisikan menggunakan konsep *Concrete Damaged Plasticity* (CDP) dengan mengacu pada jurnal pada penelitian sejenis. P. Kmiecik dan M Kaminski (2011) mendefinisikan parameter *plasticity* pada tabel berikut:

Tabel 3.2 Parameter Plasticity Beton

Eccentricity	f_{bo}/f_{co}	K	Derajat Keruntuhan	Viskositas
0,1	1,16	0,6667	36	0

Sementara untuk material baja menggunakan F_y 343 MPa dan F_u 411.6 MPa dan E_s 2000000 MPa dan *Poisson Ratio* adalah 0,3

3.10.2 Concrete Filled Steel Tube (CFT)

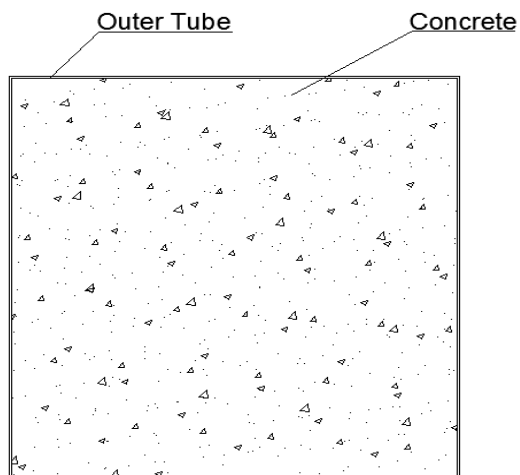
Pada Penelitian ini akan menggunakan 15 specimen dengan membandingkan konfigurasi bentuk tube, diameter CFT dan panjang specimen dalam menerima beban aksial dan lentur. Untuk CFT tipe *single tube* akan di bagi menjadi 2 dengan 6 specimen yaitu 3 specimen untuk tipe *rectangular* dan 3 specimen untuk tipe *circular*. Sementara untuk CFT tipe *double tube* akan dibagi menjadi menjadi 3 dengan 9 specimen yaitu 3 specimen untuk tipe *rectangular* dan 3 specimen untuk tipe *circular* dan specimen 3 untuk tipe *rectangular - circular*

3.10.3 CFT Single Tube

CFT *Single Tube* adalah jenis CFT yang hanya memiliki outer tube dengan bagian dalamnya diisi dengan beton. Pada umumnya outer tube dari CFT *Single Tube* berbentuk segi empat dan lingkaran.

3.10.3.1 Tipe Rectangular

CFT *Single Tube* tipe *rectangular* adalah jenis CFT yang menggunakan outer tube berbentuk segi empat (Gambar 3.4) dengan bagian dalamnya diisi dengan beton. Pada tugas akhir ini terdapat 3 specimen (Tabel 3.2) CFT *Single Tube* tipe *rectangular* yang akan digunakan atau ditinjau. Adapun karakteristik dan ukuran tube menggunakan asumsi penulis agar diperoleh luas permukaan yang hamper sama.



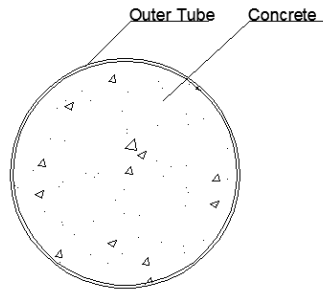
Gambar 3.4 Sketsa Gambar CFT *Single Tube* tipe *rectangular*

Tabel 3.3 Spesifikasi Specimen CFT *Single Tube* tipe *rectangular*

Nama Specimen	Bo	Do	To	Panjang
	mm	mm	mm	m
CFT STR 1	190	190	5	1.5
CFT STR 2	190	190	5	1
CFT STR 3	215	215	5	1

3.10.3.2 Tipe Circular

CFT *Single Tube* tipe *circular* adalah jenis CFT yang menggunakan outer tube berbentuk lingkaran (Gambar 3.5) dengan bagian dalamnya diisi dengan beton. Pada tugas akhir ini terdapat 3 specimen (Tabel 3.3) CFT *Single Tube* tipe *circular* yang akan digunakan atau ditinjau. Adapun karakteristik dan ukuran tube menggunakan asumsi penulis agar diperoleh luas permukaan yang hampir sama.



Gambar 3.5 Sketsa Gambar CFT *Single Tube* tipe *circular*

Tabel 3.4 Spesifikasi Specimen CFT *Single Tube* tipe *Circular*

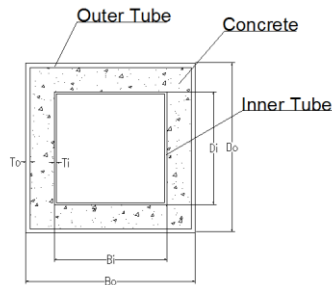
Nama Specimen	Do	To	Panjang
	mm	mm	m
CFT STC 1	190	5	1.5
CFT STC 2	190	5	1
CFT STC 3	215	5	1

3.10.4 CFT Double Tube

CFT Double Tube adalah jenis CFT yang hanya memiliki 2 tube yaitu outer tube dan inner tube dengan bagian antara tube diisi dengan beton. Pada umumnya tube dari *CFT double tube* berbentuk segi empat, lingkaran dan kombinasi lingkaran dan segi empat.

3.10.4.1 Tipe Rectangular

CFT Double Tube tipe *rectangular* adalah jenis CFT yang menggunakan outer dan inner tube berbentuk segi empat (Gambar 3.6) dengan bagian diantara tube diisi dengan beton. Pada tugas akhir ini terdapat 3 specimen (Tabel 3.4) *CFT double Tube* tipe *rectangular* yang akan digunakan atau ditinjau. Adapun karakteristik dan ukuran tube menggunakan asumsi penulis agar diperoleh luas permukaan yang hampir sama.



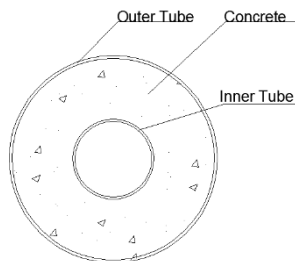
Gambar 3.6 Sketsa Gambar CFT *Double Tube* tipe *Rectangular*

Tabel 3.5 Spesifikasi Specimen CFT *Single Tube* tipe *Rectangular*

Nama Specimen	Bo mm	Bi mm	Do mm	Di mm	To mm	Ti mm	Panjang m
CFT DTR 1	190	50	190	50	5	5	1.5
CFT DTR 2	190	50	190	50	5	5	1
CFT DTR 3	215	65	215	65	5	5	1

3.10.4.2 Tipe Circular

CFT *Double Tube* tipe *circular* adalah jenis CFT yang menggunakan outer dan inner tube berbentuk lingkaran (Gambar 3.6) dengan bagian diantara tube diisi dengan beton. Pada tugas akhir ini terdapat 3 specimen (Tabel 3.5) CFT *double Tube* tipe *circular* yang akan diggunakan atau ditinjau. Adapun karakteristik dan ukuran tube menggunakan asumsi penulis agar diperoleh luas permukaan yang hampir sama.

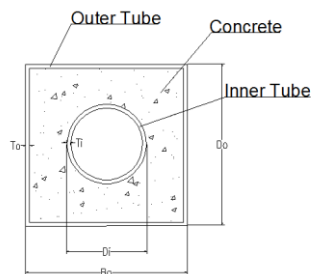
Gambar 3.7 Sketsa Gambar CFT *Double Tube* tipe *Circular*

Tabel 3.6 Spesifikasi Specimen CFT *Double Tube* tipe *Circular*

Nama Specimen	Do	Di	To	Ti	Panjang
	mm	mm	mm	mm	m
CFT DTC 1	190	50	5	5	1.5
CFT DTC 2	190	50	5	5	1
CFT DTC 3	215	65	5	5	1

3.10.4.3 Tipe Rectangular Circular

CFT *Double Tube* tipe *rectangular - circular* adalah jenis CFT yang menggunakan outer tube berbentuk segi empat dan inner tube berbentuk lingkaran (Gambar 3.8) dengan bagian diantara tube diisi dengan beton. Pada tugas akhir ini terdapat 3 specimen (Tabel 3.6) CFT *double Tube* tipe *rectangular - circular* yang akan digunakan atau ditinjau. Adapun karakteristik dan ukuran tube menggunakan asumsi penulis agar diperoleh luas permukaan yang hampir sama.



Gambar 3.8 Sketsa Gambar CFT *Double Tube* tipe *Rectangular - Circular*

Tabel 3.7 Spesifikasi Specimen CFT *Double Tube*
tipe *Rectangular - Circular*

Nama Specimen	Bo	Do	Di	To	Ti	Panjang
	mm	mm	mm	mm	mm	m
CFT DTRC 1	190	190	50	5	5	1.5
CFT DTRC 2	190	190	50	5	5	1
CFT DTRC 3	215	215	65	5	5	1

3.11 Membandingkan Hasil Akhir Dari Analisa Model *Concrete Filled Tube* (CFT) dengan *single* dan *double skin tube*.

Setelah dilakukan verifikasi, akan dibuat model *Concrete Filled Steel Tube* (CFT) dengan *single* dan *double tube* dengan memiliki luas dan panjang yang hampir sama dengan mutu beton dan baja yang sama. Kemudian benda uji (specimen) akan dianalisa dengan memberikan beban aksial, lentur, dan kombinasi aksial dan lentur pada program abaqus. Parameter yang ditinjau atau dibandingkan adalah tegangan dan defleksi untuk mengetahui tube mana yang paling efektif dalam menerima beban.

"halaman ini sengaja dikosongkan"

BAB IV

PEMBAHASAN

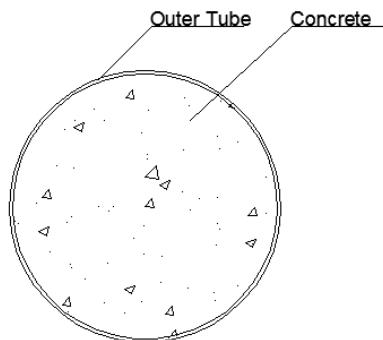
4.1 Kontrol Penampang

Sebelum melakukan *running* maka CFT harus dikontrol dulu untuk mengetahui apakah materia CFT yang diggunakan sudah memenuhi persyaratan seperti yang tertulis pada SNI 1729 – 2015 Pasal I. Sementara yang dikontrol adalah perbandingan kapasitas beton dan baja, kuat tekan minimal dan maksimum beton, dan kekuatan minimal dan maksimum baja yang akan diggunakan specimen.

4.1.1 Kontrol Penampang CFT Validasi

Pada bagian ini akan diambil masing masing 1 specimen dari masing – masing penelitian yang diambil dari studi literature. Untuk penelitian yang dilakukan oleh essopjee dan dundu specimen yang diambil adalah dengan kode S139.2-1.0. Sementara untuk penelitian yang dilakukan oleh chen yang diambil adalah specimen dengan kode DCS300-3-180-3 . Sedangkan untuk penelitian yang dilakukan oleh georgious yang diambil adalah specimen dengan kode C-1. Berikut (Sub-bab 4.1.1.1) adalah contoh perhitungan utuk control penampang yang berdasarakan SNI 1729 – 2015 pasal I. Sementara yang dikontrol adalah perbandingan kapasitas beton dan baja, kuat tekan minimal dan maksimum beton, dan kekuatan minimal dan maksimum baja yang akan diggunakan specimen. Hal ini bertujuan agar specimen yang diggunakan dan akan dilakukan validasi sudah diperbolehkan dan memenuhi persyaratan SNI.

4.1.1.1 Kontrol Kolom Benda Uji Gergios (C-3)



Gambar 4.1 Profil *Concrete Filled Steel Tube*
Tipe Circular

Data benda uji dan mutu bahan yang digunakan :

- $D_o = 114,43 \text{ mm}$
- $t = 3,98 \text{ mm}$
- $D_i = 106,26 \text{ mm}$
- $i_x = 3,896 \text{ cm}$

Data mutu bahan yang digunakan :

- $f_y = 343 \text{ Mpa}$
- $f_u = 411.6 \text{ Mpa}$
- $E_s = 200000 \text{ Mpa}$
- $f'_c = 25 \text{ Mpa}$

Kontrol Luas Penampang Minimum Profil Baja :

$$\begin{aligned}
 A_s &= \frac{1}{4} \times \pi \times D_o^2 - \frac{1}{4} \times \pi \times D_i^2 \\
 &= \frac{1}{4} \times \pi \times 114,43^2 - \frac{1}{4} \times \pi \times 106,26^2 \\
 &= 1416,68
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_c &= \frac{1}{4} \times \pi \times D_i^2 \\
 &= \frac{1}{4} \times \pi \times 106,26^2 \\
 &= 8868,078
 \end{aligned}$$

$$\frac{A_s}{A_c + A_s} = \frac{1416,672}{8868,078 + 1416,67} \times 100\% = 13,12\% > 1\% \dots (\text{OK})$$

Kontrol Kuat Tekan Beton :

Kuat tekan minimum beton = 21 MPa

Kuat tekan maksimum beton = 70 MPa

Kuat tekan specimen beton = 25 MPa

Beton dapat diggunakan.

Kontrol Kekuatan Baja :

Kuat tekan maksimum baja = 525 MPa

Kuat tekan specimen baja = 343 MPa

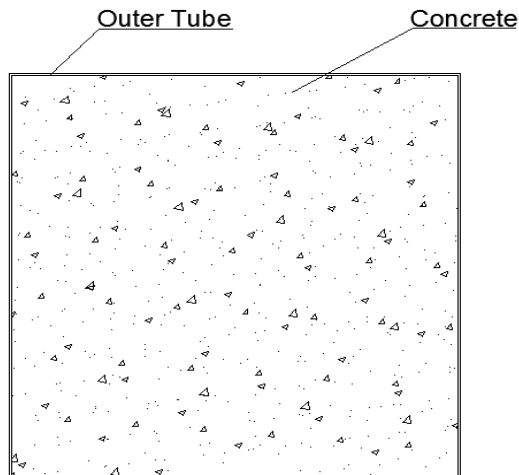
Baja dapat diggunakan

4.1.2 Kontrol Penampang CFT

Setelah melakukan kontrol pada penampang CFT untuk validasi diperlukan juga mengontrol penampang yang akan dijadikan perbandingan pada tugas akhir ini. Hal ini bertujuan agar CFT yang digunakan untuk perbandingan sudah memenuhi persyaratan seperti yang tertulis pada SNI 1729 – 2015 Pasal I. Sementara yang dikontrol adalah perbandingan kapasitas beton dan baja, kuat tekan minimal dan maksimum beton, dan kekuatan minimal dan maksimum baja yang akan digunakan specimen.

4.1.2.1 CFT *Single Tube*

4.1.2.1 Tipe Rectangular



Gambar 4.2 Profil *Concrete Filled Steel Tube*
Tipe Rectangular

Data benda uji dan mutu bahan yang digunakan :

- $D_o = 190 \text{ mm}$
- $t = 5 \text{ mm}$
- $B_o = 190 \text{ mm}$

Data mutu bahan yang digunakan :

- $f_y = 343 \text{ Mpa}$
- $f_u = 411.6 \text{ Mpa}$
- $E_s = 200000 \text{ Mpa}$
- $f'_c = 35 \text{ Mpa}$

Kontrol Luas Penampang Minimum Profil Baja :

$$\begin{aligned} A_s &= D_o \times B_o - (D_o - 2t) \times (B_o - 2t) \\ &= 190 \times 190 - (190 - 10) \times (190 - 10) \\ &= 3700 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_c &= (D_o - t) \times (B_o - t) \\ &= (190 - 10) \times (190 - 10) \\ &= 32400 \end{aligned}$$

$$\frac{A_s}{A_c + A_s} = \frac{3700}{32400 + 3700} \times 100\% = 10,19\% > 1\% \dots (\text{OK})$$

Kontrol Kuat Tekan Beton :

Kuat tekan minimum beton = 21 MPa

Kuat tekan maksimum beton = 70 MPa

Kuat tekan specimen beton = 35 MPa

Beton dapat digunakan.

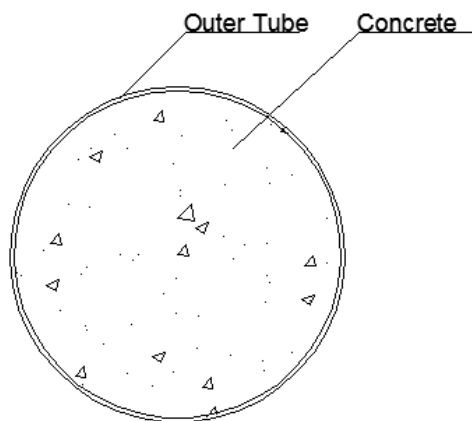
Kontrol Kekuatan Baja :

Kuat tekan maksimum baja = 525 MPa

Kuat tekan specimen baja = 343 MPa

Baja dapat digunakan

4.1.2.2 Tipe Circular



Gambar 4.3 Profil *Concrete Filled Steel Tube*
Tipe Circular

Data benda uji dan mutu bahan yang digunakan :

- D_o = 190 mm
- t = 5 mm
- D_i = 180 mm

Data mutu bahan yang digunakan :

- f_y = 343 Mpa
- f_u = 411.6 Mpa
- E_s = 200000 Mpa
- f'_c = 35 Mpa

Kontrol Luas Penampang Minimum Profil Baja :

$$\begin{aligned}
 A_s &= \frac{1}{4} \times \pi \times D_o^2 - \frac{1}{4} \times \pi \times D_i^2 \\
 &= \frac{1}{4} \times \pi \times 190^2 - \frac{1}{4} \times \pi \times 180^2 \\
 &= 2905,96
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_c &= \frac{1}{4} \times \pi \times D_i^2 \\
 &= \frac{1}{4} \times \pi \times 180^2 \\
 &= 25446,9
 \end{aligned}$$

$$\frac{A_s}{A_c + A_s} = \frac{2905,96}{25446,9 + 2905,96} \times 100\% = 10,24\% > 1\% \dots (\text{OK})$$

Kontrol Kuat Tekan Beton :

Kuat tekan minimum beton = 21 MPa

Kuat tekan maksimum beton = 70 MPa

Kuat tekan specimen beton = 35 MPa

Beton dapat diggunakan.

Kontrol Kekuatan Baja :

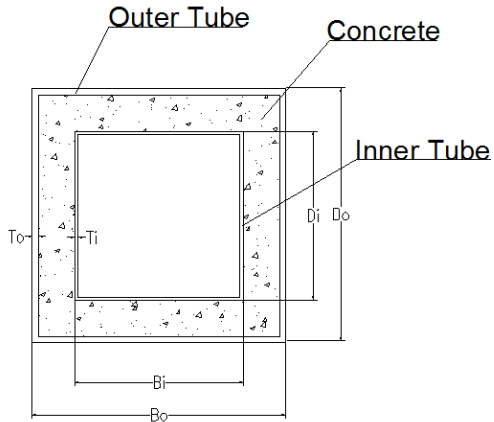
Kuat tekan maksimum baja = 525 MPa

Kuat tekan specimen baja = 343 MPa

Baja dapat diggunakan

4.1.3.1 CFT *Double Tube*

4.1.3.1 Tipe Rectangular



Gambar 4.4 Profil *Concrete Filled Steel Tube (Double Skin)*
Tipe Rectangular

Data benda uji dan mutu bahan yang digunakan :

- $D_o = 190 \text{ mm}$ $D_i = 50 \text{ mm}$
- $t_o = 5 \text{ mm}$ $t_i = 5 \text{ mm}$
- $B_i = 190 \text{ mm}$ $B_o = 50 \text{ mm}$

Data mutu bahan yang digunakan :

- $f_y = 343 \text{ Mpa}$
- $f_u = 411.6 \text{ Mpa}$
- $E_s = 200000 \text{ Mpa}$
- $f'_c = 35 \text{ Mpa}$

Kontrol Luas Penampang Minimum Profil Baja :

$$\begin{aligned}
 A_s &= [D_o \times B_o - (D_o - 2t) \times (B_o - 2t)] + [D_i \times B_i - (D_o - 2t) \times (B_o - 2t)] \\
 &= [190 \times 190 - (190 - 10) \times (190 - 10)] + [50 \times 50 - (50 - 10) \times (50 - 10)] \\
 &= 4600
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_c &= (D_o - 2t_o) \times (b_o - 2t_o) - D_i \times b_i \\
 &= (190 - 10) \times (190 - 10) - 50 \times 50 \\
 &= 29900
 \end{aligned}$$

$$\frac{A_s}{A_c + A_s} = \frac{4600}{29900 + 4600} \times 100\% = 13,33\% > 1\% \dots (\text{OK})$$

Kontrol Kuat Tekan Beton :

Kuat tekan minimum beton = 21 MPa

Kuat tekan maksimum beton = 70 MPa

Kuat tekan specimen beton = 35 MPa

Beton dapat digunakan.

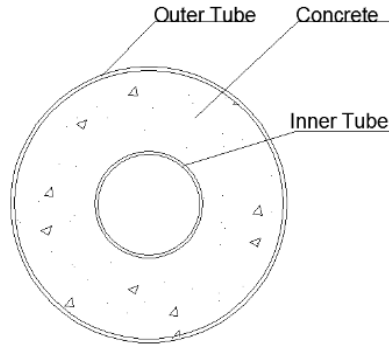
Kontrol Kekuatan Baja :

Kuat tekan maksimum baja = 525 MPa

Kuat tekan specimen baja = 343 MPa

Baja dapat digunakan

4.1.3.2 Tipe Circular



Gambar 4.5 Profil *Concrete Filled Steel Tube (Double Skin)*
Tipe Circular

Data benda uji dan mutu bahan yang digunakan :

- $D_o = 190 \text{ mm}$
- $t_o = t_i = 5 \text{ mm}$
- $D_i = 50 \text{ mm}$

Data mutu bahan yang digunakan :

- $f_y = 343 \text{ Mpa}$
- $f_u = 411.6 \text{ Mpa}$
- $E_s = 200000 \text{ Mpa}$
- $f'_c = 35 \text{ Mpa}$

Kontrol Luas Penampang Minimum Profil Baja :

$$\begin{aligned}
 A_s &= \left[\frac{1}{4} \pi D_o^2 - \frac{1}{4} \pi (D_o - 2t_o)^2 \right] + \left[\frac{1}{4} \pi D_i^2 - \frac{1}{4} \pi (D_i - 2t_i)^2 \right] \\
 &= \left[\frac{1}{4} \pi 190^2 - \frac{1}{4} \pi (190 - 10)^2 \right] + \left[\frac{1}{4} \pi 50^2 - \frac{1}{4} \pi (50 - 10)^2 \right] \\
 &= 3612,81
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_c &= \frac{1}{4} \pi (D_o - 2t_o)^2 - \frac{1}{4} \pi D_i^2 \\
 &= \frac{1}{4} \pi 180^2 - \frac{1}{4} \pi 50^2 \\
 &= 25446,9
 \end{aligned}$$

$$\frac{A_s}{A_c + A_s} = \frac{3612,81}{23483,4 + 3612,81} \times 100\% = 13,33\% > 1\% \dots (\text{OK})$$

Kontrol Kuat Tekan Beton :

Kuat tekan minimum beton = 21 MPa

Kuat tekan maksimum beton = 70 MPa

Kuat tekan specimen beton = 35 MPa

Beton dapat digunakan.

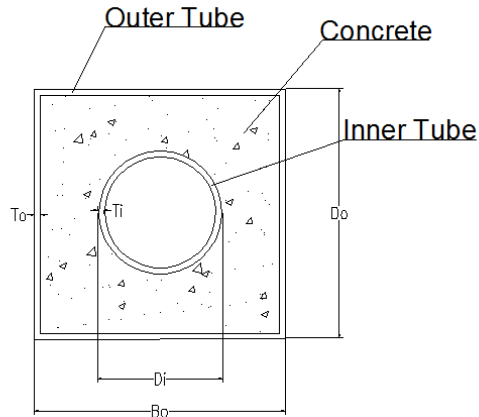
Kontrol Kekuatan Baja :

Kuat tekan maksimum baja = 525 MPa

Kuat tekan specimen baja = 343 MPa

Baja dapat digunakan

4.1.3.3 Tipe Rectangular - Circular



Gambar 4.6 Profil *Concrete Filled Steel Tube (Double Skin)*
Tipe Circular

Data benda uji dan mutu bahan yang digunakan :

- $B_o = D_o = 190 \text{ mm}$
- $t_o = t_i = 5 \text{ mm}$
- $D_i = 50 \text{ mm}$

Data mutu bahan yang digunakan :

- $f_y = 343 \text{ Mpa}$
- $f_u = 411.6 \text{ Mpa}$
- $E_s = 200000 \text{ Mpa}$
- $f'_c = 35 \text{ Mpa}$

Kontrol Luas Penampang Minimum Profil Baja :

$$\begin{aligned}
 A_s &= [D_o \times B_o - (D_o - 2t) \times (B_o - 2t)] + \left[\frac{1}{4} \times \pi \times D_i^2 - \frac{1}{4} \times \pi \times (D_i - 2t)^2 \right] \\
 &= [190 \times 190 - (190 - 10) \times (190 - 10)] + \left[\frac{1}{4} \times \pi \times 50^2 - \frac{1}{4} \times \pi \times (50 - 10)^2 \right] \\
 &= 4406,85
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_c &= (D_o - 2t) \times (B_o - 2t) - \frac{1}{4} \times \pi \times D_i^2 \\
 &= (190 - 10) \times (190 - 10) - \frac{1}{4} \times \pi \times 50^2 \\
 &= 17476,5
 \end{aligned}$$

$$\frac{A_s}{A_c + A_s} = \frac{4406.85}{17476.5 + 4406.85} \times 100\% = 20,1\% > 1\% \dots (\text{OK})$$

Kontrol Kuat Tekan Beton :

Kuat tekan minimum beton = 21 MPa

Kuat tekan maksimum beton = 70 MPa

Kuat tekan specimen beton = 35 MPa

Beton dapat digunakan.

Kontrol Kekuatan Baja :

Kuat tekan maksimum baja = 525 MPa

Kuat tekan specimen baja = 343 MPa

Baja dapat digunakan

Berikut (Tabel 4.1) adalah rekapitulasi kontrol penampang

Tabel 4.1 Rekapitulasi Kontrol Penampang

Nama Specimen	Kontrol Min F'c	Kontrol Max F'c	Kontrol Max Fy
	21 MPa	70 MPa	525 Mpa
S139.2-1.0	Ok	Ok	Ok
C3	Ok	Ok	Ok
CFT STR 1	Ok	Ok	Ok
CFT STR 2	Ok	Ok	Ok
CFT STR 3	Ok	Ok	Ok
CFT STC 1	Ok	Ok	Ok
CFT STC 2	Ok	Ok	Ok
CFT STC 3	Ok	Ok	Ok
CFT DTR 1	Ok	Ok	Ok
CFT DTR 2	Ok	Ok	Ok
CFT DTR 3	Ok	Ok	Ok
CFT DTC 1	Ok	Ok	Ok
CFT DTC 2	Ok	Ok	Ok
CFT DTC 3	Ok	Ok	Ok
CFT DTRC 1	Ok	Ok	Ok
CFT DTRC 2	Ok	Ok	Ok
CFT DTRC 3	Ok	Ok	Ok

4.2 Merencanakan P_{no}

P_{no} adalah gaya aksial yang dapat ditahan oleh CFT. Beban aksial ini dihitung untuk setiap CFT dan nantinya akan dijadikan beban (load) dalam program abaqus. Untuk validasi tidak menghitung Beban P_{no} karena beban yang diberikan sudah tersedia di dalam penelitian. Untuk CFT yang akan dibandingkan nilai P_{no} yang diambil adalah P_{no} yang paling kecil antara semua element CFT baik *single tube* atau *double tube*. Adapun dalam perhitungan P_{no} menggunakan peraturan SNI 1729 – 2015 pasal I. Sementara untuk perhitungan P_{no} ini langkah pertama adalah dengan menentukan apakah komponen CFT merupakan komponen kompak, non kompak, atau langsing. Hal ini disebabkan perhitungan P_{no} untuk masing – masing komponen berbeda

4.2.1 P_{no} CFT Validasi

P_{no} dari CFT yang akan diggunakan untuk validasi sudah ditentukan dari masing – masing peneliti. Untuk penelitian yang dilakukan oleh essopjee dan dundu P_{no} yang diggunakan adalah 1059,2 kN. Sementara untuk penelitian yang dilakukan oleh Georgious P_{no} yang diggunakan adalah 1000 kN. Untuk penelitian yang dilakukan oleh chen tidak terdapat P_{no} karena pengetesan yang dilakukan oleh chen adalah penelitian dengan test yang diberi beban lentur sementara P_{no} adalah beban aksial

4.2.2 P_{no} CFT untuk Perbandingan

4.2.2.1 CFT Single Tube (Rectangular)

Dalam contoh perhitungan dibawah ini yang dihitung adalah specimen CFT – STR1

Kriteria Penampang

$$\lambda = \frac{b}{2 T f} = \frac{190}{2 \times 5} = 19$$

$$\lambda_p = 2,26 \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 2,26 \sqrt{\frac{2 \times 10^5}{343}} = 54,57$$

$$\lambda < \lambda_p ; \text{Penampang Kompak}$$

Mencari nilai P_{no}

$$P_{no} = P_p$$

$$P_p = F_y A_s + C_2 F_c' (A_c + A_{sr} \frac{E_s}{E_c})$$

$$P_p = 343 \times 3700 + 0,85 \times 35(32400 + 0)$$

$$P_p = 1269100 + 963900$$

$$P_p = 2233000 \text{ N} = 223300 \text{ Kg}$$

$$P_{no} = P_p = 2233000 \text{ N} = 223300 \text{ Kg}$$

Jadi untuk penampang CFT – STR 1 nilai P_{no} yang akan diggunakan adalah 223300 kg

4.2.2.2 CFT Single Tube (Circular)

Dalam contoh perhitungan dibawah ini yang dihitung adalah specimen CFT – STC1

Kriteria Penampang

$$\lambda = \frac{b}{2 t_f} = \frac{190}{2 \times 5} = 19$$

$$\lambda_p = 2,26 \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 2,26 \sqrt{\frac{2 \times 10^5}{343}} = 54,57$$

$$\lambda < \lambda_p ; \text{Penampang Kompak}$$

Mencari nilai P_{no}

$$P_{no} = P_p$$

$$P_p = F_y A_s + C_2 F_c' (A_c + A_{sr} \frac{E_s}{E_c})$$

$$P_p = 343 \times 2907,143 + 0,95 \times 35(25457,14 + 0)$$

$$P_p = 997150,049 + 846450$$

$$P_p = 1843600 \text{ N} = 184360 \text{ Kg}$$

$$P_{no} = P_p = 1843600 \text{ N} = 184360 \text{ Kg}$$

Jadi untuk penampang CFT – STR 1 nilai P_{no} yang akan digunakan adalah 184360 kg

4.2.2.3 CFT Double Tube (Rectangular)

Dalam contoh perhitungan dibawah ini yang dihitung adalah specimen CFT – DTR1

Kriteria Penampang

$$\lambda = \frac{b}{2 T f} = \frac{190}{2 \times 5} = 19$$

$$\lambda_p = 2,26 \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 2,26 \sqrt{\frac{2 \times 10^5}{343}} = 54,57$$

$$\lambda < \lambda_p ; \text{Penampang Kompak}$$

Mencari nilai P_{no}

$$P_{no} = P_p$$

$$P_p = F_y A_s + C_2 F_c' (A_c + A_{sr} \frac{E_s}{E_c})$$

$$P_p = 343 \times 4600 + 0,85 \times 35(29900 + 0)$$

$$P_p = 1577800 + 889525$$

$$P_p = 2571975 N = 257197,5 Kg$$

$$P_{no} = P_p = 2571975 N = 257197,5 Kg$$

Jadi untuk penampang CFT – DTR 1 nilai P_{no} yang akan diggunakan adalah 257297,5 kg

4.2.2.4 CFT Double Tube (Circular)

Dalam contoh perhitungan dibawah ini yang dihitung adalah specimen CFT – DTC1

Kriteria Penampang

$$\lambda = \frac{b}{2 t_f} = \frac{190}{2 \times 5} = 19$$

$$\lambda_p = 2,26 \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 2,26 \sqrt{\frac{2 \times 10^5}{343}} = 54,57$$

$$\lambda < \lambda_p ; \text{Penampang Kompak}$$

Mencari nilai P_{no}

$$P_{no} = P_p$$

$$P_p = F_y A_s + C_2 F_c' (A_c + A_{sr} \frac{E_s}{E_c})$$

$$P_p = 343 \times 3612,81 + 0,95 \times 35(25446,9 + 0)$$

$$P_p = 123914,83 + 846109,5$$

$$P_p = 2085303,3 \text{ N} = 208530,33 \text{ Kg}$$

$$P_{no} = P_p = 2085303,3 \text{ N} = 208530,33 \text{ Kg}$$

Jadi untuk penampang CFT – DTR 1 nilai P_{no} yang akan digunakan adalah 208530,33kg

4.2.2.5 CFT Single Tube (Rectangular Circular)

Dalam contoh perhitungan dibawah ini yang dihitung adalah specimen CFT – DTRC1

Kriteria Penampang

$$\lambda = \frac{b}{2 T f} = \frac{190}{2 \times 5} = 19$$

$$\lambda_p = 2,26 \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 2,26 \sqrt{\frac{2 \times 10^5}{343}} = 54,57$$

$$\lambda < \lambda_p ; \text{Penampang Kompak}$$

Mencari nilai P_{no}

$$P_{no} = P_p$$

$$P_p = F_y A_s + C_2 F_c' (A_c + A_{sr} \frac{E_s}{E_c})$$

$$P_p = 343 \times 4406,85 + 0,9 \times 35(17476,5 + 0)$$

$$P_p = 1511549,55 + 55009,75$$

$$P_p = 2062059,3 \text{ N} = 206205,93 \text{ Kg}$$

$$P_{no} = P_p = 2062059,3 \text{ N} = 206205,93 \text{ Kg}$$

Jadi untuk penampang CFT – DTRC 1 nilai P_{no} yang akan diggunakan adalah 206205,93 kg

Berikut (Tabel 4.22) adalah rekapitulasi dari gaya aksial (P_{no}) dari semua komponen CFT yang akan dibandingkan, baik single tube maupun double tube.

Tabel 4.2 Rekapitulasi Nilai P_{no}

Nama Specimen	P_{no}
	Kg
CFT STR 1	223300
CFT STR 2	223300
CFT STR 3	269084
CFT STC 1	184360
CFT STC 2	184360
CFT STC 3	222980
CFT DTR 1	257198
CFT DTR 2	257198
CFT DTR 3	310905
CFT DTC 1	208530
CFT DTC 2	208530
CFT DTC 3	253063
CFT DTRC 1	206206
CFT DTRC 2	206206
CFT DTRC 3	298308

Dari nilai diatas nilai P_{no} yang akan dipakai adalah 175000 kg sementara untuk nilai P_{lentur} dipakai 10 % dari nilai P_{no} . Maka nilai P_{lentur} adalah 17500 Kg. Untuk Pembebanan akan dibagi menjadi 3 siklus yaitu 100 % P_{no} , 100 % P_{no} 30 % P_{lentur} dan 30 % P_{no} dan 100 % P_{lentur} .

4.3 Siklus Pembebanan

Untuk Pembebanan akan dibagi menjadi 3 siklus yaitu 100 % P_{no} , 30 % P_{no} 100 % P_{lentur} dan 100 % P_{no} dan 30 % P_{lentur} . Untuk menentukan nilai beban maka nilai beban P_{no} dan P_{lentur} yang didapat dari perhitungan sebelumnya dikalikan dengan luas alas yang akan diberikan beban. Untuk perhitungan dari beban dan luas alas akan menggunakan satuan Newton dan mm sebagai landasan, hal ini akan memudahkan dalam permodelan pada *software finite element*. Adapun untuk semua contoh perhitungan dibawah ini akan menggunakan perhitungan dari material Concrete Filled Tube (CFT) Single Skin Tube dengan bentuk rectangular dengan nama specimen STR1.

4.3.1 Siklus 1 Pembebanan

Siklus 1 pembebanan adalah pembebanan yang hanya memberikan beban aksial atau tekan. Sementara beban P_{lentur} dianggap tidak ada atau sama dengan 0. Berikut adalah contoh perhitungan beban siklus 1 untuk STR1 :

Contoh perhitungan :

Beban Aksial

$$P_{no} = 175000 \text{ Kg} = 1750000 \text{ N}$$

$$\text{Luas Alas STR 1} = 190 \times 190 = 36100 \text{ mm}^2$$

$$P_{Aksial} = \frac{P_{no}}{\text{Luas Alas}} = \frac{1750000}{36100} = 48,47 \text{ N/mm}^2$$

Beban Lentur

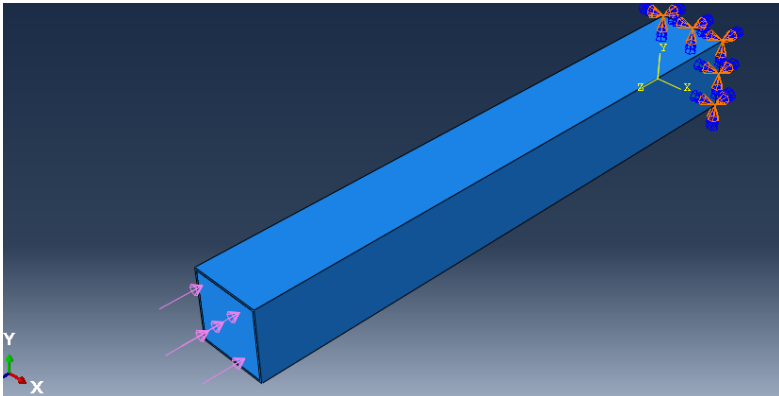
$$P_{Lentur} = 0 \text{ Kg} = 0 \text{ N}$$

$$\text{Luas Alas STR 1} = 190 \times (0,2 \times 1500) = 57000 \text{ mm}^2 \text{ (Dalam hal ini luas alas yang dipakai adalah samping dan panjang yang digunakan adalah 20 persen dari panjang total)}$$

$$P_{\text{LenturPakai}} = \frac{P_{\text{Lentur}}}{\text{Luas Alas}} = \frac{0}{57000} = 0 \text{ N/mm}^2$$

Untuk specimen dengan tube berbentuk *circular*

Dari data di atas diketahui bahwa P_{Aksial} adalah 48,47 N/mm² dan $P_{\text{LenturPakai}}$ adalah 0 N/mm² dari siklus 1 dibagi 5 peningkatan beban secara berkala. Maka dari itu peningkatan P_{Aksial} per peningkatan pembebanan adalah 9,694 N/mm² dan peningkatan $P_{\text{LenturPakai}}$ per peningkatan pembebanan adalah 0 N/mm². Berikut (Gambar 4.6) adalah sketsa pembebanan untuk STR1 untuk siklus 1:



Gambar 4.7 Sketsa Pembebanan Siklus 1 Untuk STR1

Berikut adalah rekapitulasi pembebanan siklus 1 secara berkala untuk single tube tipe rectangular STR1 (Tabel 4.3), STR2 (Tabel 4.4), dan STR3 (Tabel 4.5). Sementara untuk rekapitulasi single tube tipe circular adalah STC1 (Tabel 4.6), STC2 (Tabel 4.7), dan STC3 (Tabel 4.8). Sementara itu untuk rekapitulasi pembebanan siklus 1 secara berkala untuk double tube tipe rectangular dapat dilihat pada DTR1 (Tabel 4.9), DTR2 (Tabel 4.10), dan DTR3 (Tabel 4.11). Sementara itu untuk rekapitulasi pembebanan siklus 1 secara berkala untuk double tube tipe circular dapat dilihat pada DTC1 (Tabel 4.12), DTC2 (Tabel 4.13), dan DTC3 (Tabel 4.14). Sementara itu untuk rekapitulasi

pembebanan siklus 1 secara berkala untuk double tube tipe rectangular circular dapat dilihat pada DTRC1 (Tabel 4.15), DTRC2 (Tabel 4.16), dan DTR3 (Tabel 4.17).

Tabel 4.3 Rekapitulasi Pembebanan Siklus 1 STR1

CFT STR 1	P (Tekan)	P (Lentur)
Pembebanan	N/mm2	N/mm2
1	9.695	0
2	19.391	0
3	29.086	0
4	38.781	0
5	48.476	0

Tabel 4.4 Rekapitulasi Pembebanan Siklus 1 STR2

CFT STR 2	P (Tekan)	P (Lentur)
Pembebanan	N/mm2	N/mm2
1	9.695	0
2	19.391	0
3	29.086	0
4	38.781	0
5	48.476	0

Tabel 4.5 Rekapitulasi Pembebanan Siklus 1 STR3

CFT STR 3	P (Tekan)	P (Lentur)
Pembebanan	N/mm2	N/mm2
1	7.57	0
2	15.14	0
3	22.71	0
4	30.29	0
5	37.86	0

Tabel 4.6 Rekapitulasi Pembebanan Siklus 1 STC1

CFT STC 1	P (Tekan)	P (Lentur)
Pembebanan	N/mm2	N/mm2
1	12.34	0
2	24.68	0
3	37.02	0
4	49.36	0
5	61.70	0

Tabel 4.7 Rekapitulasi Pembebanan Siklus 1 STC2

CFT STC 2	P (Tekan)	P (Lentur)
Pembebanan	N/mm2	N/mm2
1	12.34	0
2	24.68	0
3	37.02	0
4	49.36	0
5	61.70	0

Tabel 4.8 Rekapitulasi Pembebanan Siklus 1 STC3

CFT STC 3	P (Tekan)	P (Lentur)
Pembebanan	N/mm2	N/mm2
1	9.64	0
2	19.27	0
3	28.91	0
4	38.55	0
5	48.18	0

Tabel 4.9 Rekapitulasi Pembebanan Siklus 1 DTR1

CFT DTR 1	P (Tekan)	P (Lentur)
Pembebanan	N/mm2	N/mm2
1	10.14	0
2	20.29	0
3	30.43	0
4	40.58	0
5	50.72	0

Tabel 4.10 Rekapitulasi Pembebanan Siklus 1 DTR2

CFT DTR 2	P (Tekan)	P (Lentur)
Pembebanan	N/mm2	N/mm2
1	10.14	0
2	20.29	0
3	30.43	0
4	40.58	0
5	50.72	0

Tabel 4.11 Rekapitulasi Pembebanan Siklus 1 DTR3

CFT DTR 3	P (Tekan)	P (Lentur)
Pembebanan	N/mm2	N/mm2
1	8.10	0
2	16.20	0
3	24.31	0
4	32.41	0
5	40.51	0

Tabel 4.12 Rekapitulasi Pembebanan Siklus 1 DTC1

CFT DTC 1	P (Tekan)	P (Lentur)
Pembebanan	N/mm ²	N/mm ²
1	12.91	0
2	25.82	0
3	38.73	0
4	51.65	0
5	64.56	0

Tabel 4.13 Rekapitulasi Pembebanan Siklus 1 DTC2

CFT DTC 2	P (Tekan)	P (Lentur)
Pembebanan	N/mm ²	N/mm ²
1	12.91	0
2	25.82	0
3	38.73	0
4	51.65	0
5	64.56	0

Tabel 4.14 Rekapitulasi Pembebanan Siklus 1 DTC3

CFT DTC 3	P (Tekan)	P (Lentur)
Pembebanan	N/mm ²	N/mm ²
1	10.31	0
2	20.62	0
3	30.93	0
4	41.25	0
5	51.56	0

Tabel 4.15 Rekapitulasi Pembebanan Siklus 1 DTRC1

CFT DTRC 1	P (Tekan)	P (Lentur)
Pembebanan	N/mm2	N/mm2
1	10.05	0
2	20.09	0
3	30.14	0
4	40.18	0
5	50.23	0

Tabel 4.16 Rekapitulasi Pembebanan Siklus 1 DTRC2

CFT DTRC 2	P (Tekan)	P (Lentur)
Pembebanan	N/mm2	N/mm2
1	10.05	0
2	20.09	0
3	30.14	0
4	40.18	0
5	50.23	0

Tabel 4.17 Rekapitulasi Pembebanan Siklus 1 DTRC3

CFT DTRC 3	P (Tekan)	P (Lentur)
Pembebanan	N/mm2	N/mm2
1	7.78	0
2	15.57	0
3	23.35	0
4	31.13	0
5	38.92	0

4.3.2 Siklus 2 Pembebanan

Siklus 2 pembebanan adalah pembebanan yang memberikan beban aksial atau tekan sebesar 100 % dan beban lentur sebesar 30 persen. Untuk beban P_{lentur} 30 persen dari P_{lentur} atau sama dengan 30 % X 17500 = 5250 N. Berikut adalah contoh perhitungan beban siklus 1 untuk STR1 :

Contoh perhitungan :

Beban Aksial

$$P_{\text{no}} = 175000 \text{ Kg} = 500 \text{ N}$$

$$\text{Luas Alas STR 1} = 190 \times 190 = 36100 \text{ mm}^2$$

$$P_{\text{Aksial}} = \frac{P_{\text{no}}}{\text{Luas Alas}} = \frac{175000}{36100} = 48,47 \text{ N/mm}^2$$

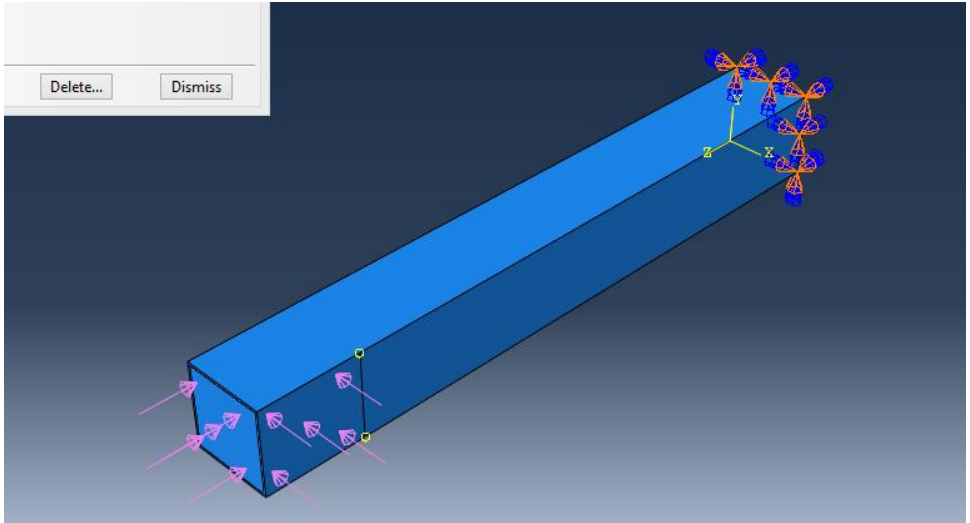
Beban Lentur

$$P_{\text{Lentur}} = 5250 \text{ Kg} = 52500 \text{ N}$$

$$\text{Luas Alas STR 1} = 190 \times (0,2 \times 1500) = 57000 \text{ mm}^2$$

$$P_{\text{LenturPakai}} = \frac{P_{\text{Lentur}}}{\text{Luas Alas}} = \frac{52500}{57000} = 0,92 \text{ N/mm}^2$$

Dari data di atas diketahui bahwa P_{Aksial} adalah 48,47 N/mm² dan $P_{\text{LenturPakai}}$ adalah 0,92 N/mm² dari siklus 1 dibagi 5 peningkatan beban secara berkala untuk beban aksial dan untuk beban lentur langsung 100 %. Maka dari itu peningkatan P_{Aksial} per peningkatan pembebanan adalah 9,694 N/mm² dan $P_{\text{LenturPakai}}$ langsung diberikan adalah 0,92 N/mm². Berikut (Gambar 4.7) adalah sketsa pembebanan untuk STR1 untuk siklus 2:



Gambar 4.8 Sketsa Pembebanan Siklus 2 Untuk STR1

Berikut adalah rekapitulasi pembebanan siklus 2 secara berkala untuk single tube tipe rectangular STR1 (Tabel 4.18), STR2 (Tabel 4.19), dan STR3 (Tabel 4.20). Sementara untuk rekapitulasi single tube tipe circular adalah STC1 (Tabel 4.21), STC2 (Tabel 4.22), dan STC3 (Tabel 4.23). Sementara itu untuk rekapitulasi pembebanan siklus 2 secara berkala untuk double tube tipe rectangular dapat dilihat pada DTR1 (Tabel 4.24), DTR2 (Tabel 4.25), dan DTR3 (Tabel 4.26). Sementara itu untuk rekapitulasi pembebanan siklus 2 secara berkala untuk double tube tipe circular dapat dilihat pada DTC1 (Tabel 4.27), DTC2 (Tabel 4.28), dan DTC3 (Tabel 4.29). Sementara itu untuk rekapitulasi pembebanan siklus 2 secara berkala untuk double tube tipe rectangular circular dapat dilihat pada DTRC1 (Tabel 4.30), DTRC2 (Tabel 4.31), dan DTR3 (Tabel 4.32).

Tabel 4.18 Rekapitulasi Pembebanan Siklus 2 STR1

CFT STR 1	P (Tekan)	P (Lentur)
Pembebanan	N/mm2	N/mm2
1	9.70	0.92
2	19.39	0.92
3	29.09	0.92
4	38.78	0.92
5	48.48	0.92

Tabel 4.19 Rekapitulasi Pembebanan Siklus 2 STR2

CFT STR 2	P (Tekan)	P (Lentur)
Pembebanan	N/mm2	N/mm2
1	9.70	1.38
2	19.39	1.38
3	29.09	1.38
4	38.78	1.38
5	48.48	1.38

Tabel 4.20 Rekapitulasi Pembebanan Siklus 2 STR3

CFT STR 3	P (Tekan)	P (Lentur)
Pembebanan	N/mm2	N/mm2
1	7.57	1.22
2	15.14	1.22
3	22.71	1.22
4	30.29	1.22
5	37.86	1.22

Tabel 4.21 Rekapitulasi Pembebanan Siklus 2 STC1

CFT STC 1	P (Tekan)	P (Lentur)
Pembebanan	N/mm2	N/mm2
1	12.34	0.59
2	24.68	0.59
3	37.02	0.59
4	49.36	0.59
5	61.70	0.59

Tabel 4.22 Rekapitulasi Pembebanan Siklus 2 STC2

CFT STC 2	P (Tekan)	P (Lentur)
Pembebanan	N/mm2	N/mm2
1	12.34	0.88
2	24.68	0.88
3	37.02	0.88
4	49.36	0.88
5	61.70	0.88

Tabel 4.23 Rekapitulasi Pembebanan Siklus 2 STC3

CFT STC 3	P (Tekan)	P (Lentur)
Pembebanan	N/mm2	N/mm2
1	9.64	0.78
2	19.27	0.78
3	28.91	0.78
4	38.55	0.78
5	48.18	0.78

Tabel 4.24 Rekapitulasi Pembebanan Siklus 2 DTR1

CFT DTR 1	P (Tekan)	P (Lentur)
Pembebanan	N/mm2	N/mm2
1	10.14	0.92
2	20.29	0.92
3	30.43	0.92
4	40.58	0.92
5	50.72	0.92

Tabel 4.25 Rekapitulasi Pembebanan Siklus 2 DTR2

CFT DTR 2	P (Tekan)	P (Lentur)
Pembebanan	N/mm2	N/mm2
1	10.14	1.38
2	20.29	1.38
3	30.43	1.38
4	40.58	1.38
5	50.72	1.38

Tabel 4.26 Rekapitulasi Pembebanan Siklus 2 DTR3

CFT DTR 3	P (Tekan)	P (Lentur)
Pembebanan	N/mm2	N/mm2
1	8.10	1.22
2	16.20	1.22
3	24.31	1.22
4	32.41	1.22
5	40.51	1.22

Tabel 4.27 Rekapitulasi Pembebanan Siklus 2 DTC1

CFT DTC 1	P (Tekan)	P (Lentur)
Pembebanan	N/mm2	N/mm2
1	12.91	0.59
2	25.82	0.59
3	38.74	0.59
4	51.65	0.59
5	64.56	0.59

Tabel 4.28 Rekapitulasi Pembebanan Siklus 2 DTC2

CFT DTC 2	P (Tekan)	P (Lentur)
Pembebanan	N/mm2	N/mm2
1	12.91	0.88
2	25.82	0.88
3	38.74	0.88
4	51.65	0.88
5	64.56	0.88

Tabel 4.29 Rekapitulasi Pembebanan Siklus 2 DTC3

CFT DTC 3	P (Tekan)	P (Lentur)
Pembebanan	N/mm2	N/mm2
1	10.31	0.78
2	20.62	0.78
3	30.93	0.78
4	41.25	0.78
5	51.56	0.78

Tabel 4.30 Rekapitulasi Pembebanan Siklus 2 DTRC1

CFT DTRC 1	P (Tekan)	P (Lentur)
Pembebanan	N/mm2	N/mm2
1	10.05	0.92
2	20.09	0.92
3	30.14	0.92
4	40.18	0.92
5	50.23	0.92

Tabel 4.31 Rekapitulasi Pembebanan Siklus 2 DTRC2

CFT DTRC 2	P (Tekan)	P (Lentur)
Pembebanan	N/mm2	N/mm2
1	10.05	1.38
2	20.09	1.38
3	30.14	1.38
4	40.18	1.38
5	50.23	1.38

Tabel 4.32 Rekapitulasi Pembebanan Siklus 2 DTRC3

CFT DTRC 3	P (Tekan)	P (Lentur)
Pembebanan	N/mm2	N/mm2
1	7.78	1.22
2	15.57	1.22
3	23.35	1.22
4	31.13	1.22
5	38.92	1.22

4.3.3 Siklus 3 Pembebanan

Siklus 3 pembebanan adalah pembebanan yang memberikan beban aksial atau tekan sebesar 30 % dan beban lentur sebesar 50%. Untuk beban P_{aksial} 30 % dari P_{aksial} atau sama dengan 30 % X 1750000 = 525000 N. Untuk beban P_{lentur} 100 % dari P_{lentur} atau sama dengan 100 % X 175000 = 175000 N. Berikut adalah contoh perhitungan beban siklus 1 untuk STR1 :

Contoh perhitungan :

Beban Aksial

$$P_{no} = 52500 \text{ Kg} = 525000 \text{ N}$$

$$\text{Luas Alas STR 1} = 190 \times 190 = 36100 \text{ mm}^2$$

$$P_{Aksial} = \frac{P_{no}}{\text{Luas Alas}} = \frac{525000}{36100} = 14,54 \text{ N/mm}^2$$

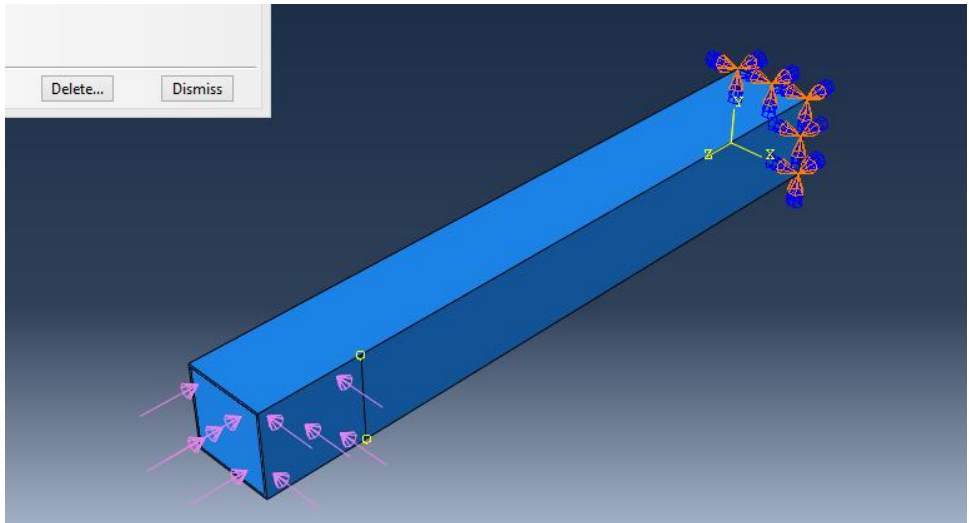
Beban Lentur

$$P_{Lentur} = 17500 \text{ Kg} = 175000 \text{ N}$$

$$\text{Luas Alas STR 1} = 190 \times 0.2 \times 1500 = 57000 \text{ mm}^2$$

$$P_{LenturPakai} = \frac{P_{Lentur}}{\text{Luas Alas}} = \frac{175000}{57000} = 3,07 \text{ N/mm}^2$$

Dari data di atas diketahui bahwa P_{Aksial} adalah 14,54 N/mm² dan $P_{LenturPakai}$ adalah 3,07 N/mm² dari siklus 3 dibagi 5 peningkatan beban secara berkala untuk beban lentur dan untuk beban aksial langsung 100 %. Maka dari itu peningkatan P_{Lentur} per peningkatan pembebanan adalah 3,07 N/mm² dan P_{Aksial} langsung diberikan adalah 14,54 N/mm². Berikut (Gambar 4.8) adalah sketsa pembebanan untuk STR1 untuk siklus 3:



Gambar 4.9 Sketsa Pembebanan Siklus 3 Untuk STR1

Berikut adalah rekapitulasi pembebanan siklus 3 secara berkala untuk single tube tipe rectangular STR1 (Tabel 4.33), STR2 (Tabel 4.34), dan STR3 (Tabel 4.35). Sementara untuk rekapitulasi single tube tipe circular adalah STC1 (Tabel 4.36), STC2 (Tabel 4.37), dan STC3 (Tabel 4.38). Sementara itu untuk rekapitulasi pembebanan siklus 3 secara berkala untuk double tube tipe rectangular dapat dilihat pada DTR1 (Tabel 4.39), DTR2 (Tabel 4.40), dan DTR3 (Tabel 4.41). Sementara itu untuk rekapitulasi pembebanan siklus 3 secara berkala untuk double tube tipe circular dapat dilihat pada DTC1 (Tabel 4.42), DTC2 (Tabel 4.43), dan DTC3 (Tabel 4.44). Sementara itu untuk rekapitulasi pembebanan siklus 3 secara berkala untuk double tube tipe rectangular circular dapat dilihat pada DTRC1 (Tabel 4.45), DTRC2 (Tabel 4.46), dan DTR3 (Tabel 4.47).

Tabel 4.33 Rekapitulasi Pembebanan Siklus 3 STR1

CFT STR 1	P (Tekan)	P (Lentur)
Pembebanan	N/mm ²	N/mm ²
1	14.54	0.31
2	14.54	0.61
3	14.54	0.92
4	14.54	1.23
5	14.54	1.54

Tabel 4.34 Rekapitulasi Pembebanan Siklus 3 STR2

CFT STR 2	P (Tekan)	P (Lentur)
Pembebanan	N/mm ²	N/mm ²
1	14.54	0.46
2	14.54	0.92
3	14.54	1.38
4	14.54	1.84
5	14.54	2.30

Tabel 4.35 Rekapitulasi Pembebanan Siklus 3 STR3

CFT STR 3	P (Tekan)	P (Lentur)
Pembebanan	N/mm ²	N/mm ²
1	11.36	0.41
2	11.36	0.81
3	11.36	1.22
4	11.36	1.63
5	11.36	2.03

Tabel 4.36 Rekapitulasi Pembebanan Siklus 3 STC1

CFT STC 1	P (Tekan)	P (Lentur)
Pembebanan	N/mm2	N/mm2
1	18.51	0.20
2	18.51	0.39
3	18.51	0.59
4	18.51	0.78
5	18.51	0.98

Tabel 4.37 Rekapitulasi Pembebanan Siklus 3 STC2

CFT STC 2	P (Tekan)	P (Lentur)
Pembebanan	N/mm2	N/mm2
1	18.51	0.29
2	18.51	0.59
3	18.51	0.88
4	18.51	1.17
5	18.51	1.47

Tabel 4.38 Rekapitulasi Pembebanan Siklus 3 STC3

CFT STC 3	P (Tekan)	P (Lentur)
Pembebanan	N/mm2	N/mm2
1	14.45	0.26
2	14.45	0.52
3	14.45	0.78
4	14.45	1.04
5	14.45	1.30

Tabel 4.39 Rekapitulasi Pembebanan Siklus 3 DTR1

CFT DTR 1	P (Tekan)	P (Lentur)
Pembebanan	N/mm2	N/mm2
1	15.22	0.31
2	15.22	0.61
3	15.22	0.92
4	15.22	1.23
5	15.22	1.54

Tabel 4.40 Rekapitulasi Pembebanan Siklus 3 DTR2

CFT DTR 2	P (Tekan)	P (Lentur)
Pembebanan	N/mm2	N/mm2
1	15.22	0.46
2	15.22	0.92
3	15.22	1.38
4	15.22	1.84
5	15.22	2.30

Tabel 4.41 Rekapitulasi Pembebanan Siklus 3 DTR3

CFT DTR 3	P (Tekan)	P (Lentur)
Pembebanan	N/mm2	N/mm2
1	12.15	0.41
2	12.15	0.81
3	12.15	1.22
4	12.15	1.63
5	12.15	2.03

Tabel 4.42 Rekapitulasi Pembebanan Siklus 3 DTC1

CFT DTC 1	P (Tekan)	P (Lentur)
Pembebanan	N/mm ²	N/mm ²
1	19.37	0.20
2	19.37	0.39
3	19.37	0.59
4	19.37	0.78
5	19.37	0.98

Tabel 4.43 Rekapitulasi Pembebanan Siklus 3 DTC2

CFT DTC 2	P (Tekan)	P (Lentur)
Pembebanan	N/mm ²	N/mm ²
1	19.37	0.29
2	19.37	0.59
3	19.37	0.88
4	19.37	1.17
5	19.37	1.47

Tabel 4.44 Rekapitulasi Pembebanan Siklus 3 DTC3

CFT DTC 3	P (Tekan)	P (Lentur)
Pembebanan	N/mm ²	N/mm ²
1	15.47	0.26
2	15.47	0.52
3	15.47	0.78
4	15.47	1.04
5	15.47	1.30

Tabel 4.45 Rekapitulasi Pembebanan Siklus 3 DTRC1

CFT DTRC 1	P (Tekan)	P (Lentur)
Pembebanan	N/mm2	N/mm2
1	15.07	0.31
2	15.07	0.61
3	15.07	0.92
4	15.07	1.23
5	15.07	1.54

Tabel 4.46 Rekapitulasi Pembebanan Siklus 3 DTRC2

CFT DTRC 2	P (Tekan)	P (Lentur)
Pembebanan	N/mm2	N/mm2
1	15.07	0.46
2	15.07	0.92
3	15.07	1.38
4	15.07	1.84
5	15.07	2.30

Tabel 4.47 Rekapitulasi Pembebanan Siklus 3 DTRC3

CFT DTRC 3	P (Tekan)	P (Lentur)
Pembebanan	N/mm2	N/mm2
1	11.68	0.41
2	11.68	0.81
3	11.68	1.22
4	11.68	1.63
5	11.68	2.03

4.4 Analisa Prilaku CFT

Untuk menganalisa perilaku *Concrete Filled Steel Tube (CFT)* digunakan software Abaqus V 6.10. Berikut adalah contoh langkah – langkah pemodelan elemen kolom dengan bentuk yang diinginkan, beserta input data, jenis material, pola pembebanan, rekatan antar elemen, jenis perletakan dan *meshing element* (Berikut adalah contoh dengan menggunakan elemen STR1):

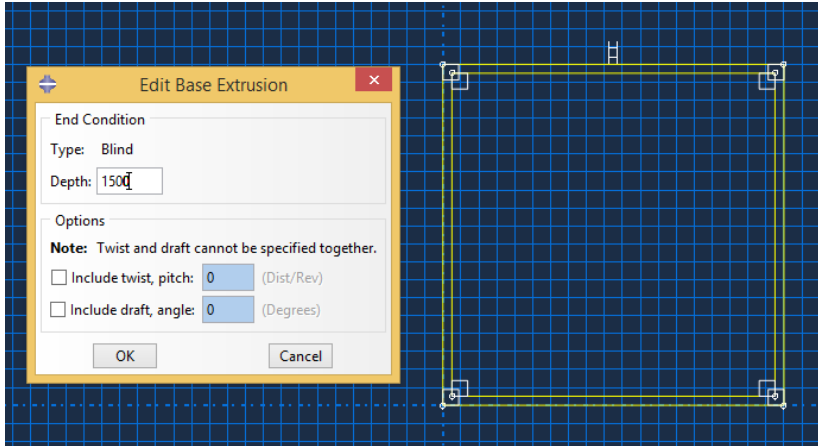
4.4.1 Analisa Perilaku CFT Single Tube Tipe Rectangular (STR1)

4.4.1.1 Parts

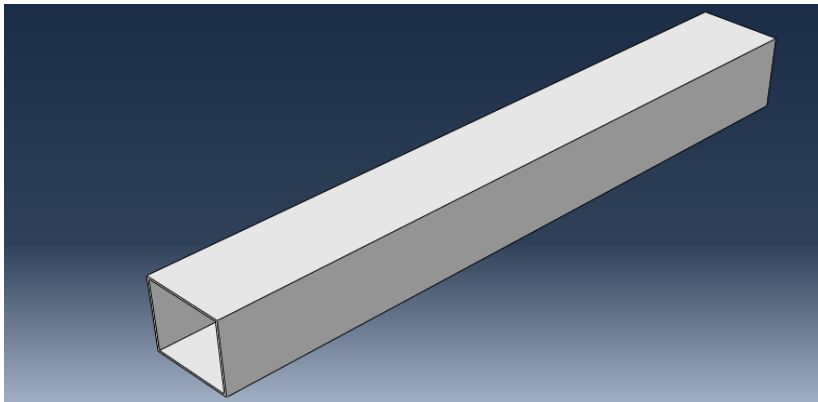
Step ini merupakan penggambaran bentuk awal dari geometrik elemen dengan menggunakan titik - titik koordinat dalam penggambaran untuk masing – masing elemen dengan men-klik Part Manager.

Langkah dalam part yaitu pertama menentukan satuan terlebih dahulu dimana satuan yang dipakai dalam permodelan ini untuk bagian panjang adalah mm. Setelah itu menentukan jumlah part dalam permodelan ini, karena terdapat 2 material dalam CFT maka dipakai 2 part yaitu part baja dan part beton. Setelah menentuksn jumlah part dilakukan penentuan titik kordinat dan menentukan panjangnya. Pertama memasukan koordinat untuk elemen baja(Gambar 4.11). Dalam hal ini panjang dari CFT untuk STR1 adalah 1500mm. Setelah part dibuat (Gambar 4.12) maka akan dibuat pembatas. Pembatas ini bertujuan untuk tempat memasukan beban lentur yang diterima oleh material (Gambar 4.13). Setelah material baja selesai dibuat selanjutnya adalah membuat material beton. Sama halnya dengan baja hal yang pertama dilakukan pada material beton adalah memasukan koordinat dan memasukan panjang dari elemen (Gambar 4.14). Pada material beton, setelah part dibuat (Gambar 4.15) tidak dilakukan pembagian material

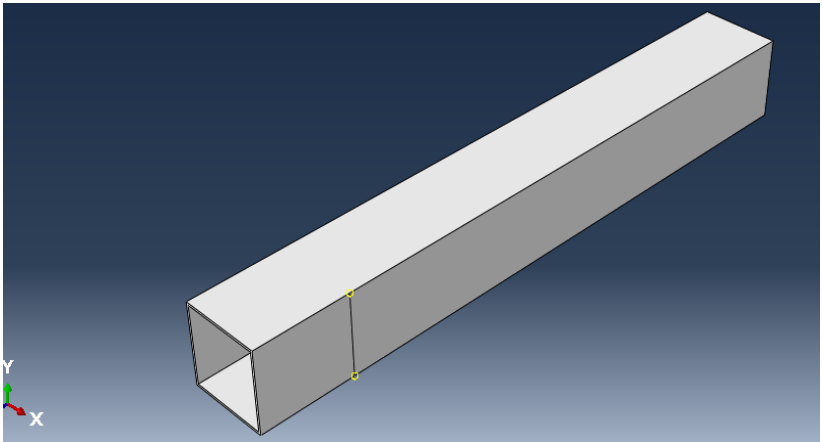
karena asumsi beban terjadi pada bagian luar ataupun bagian dari pada baja.



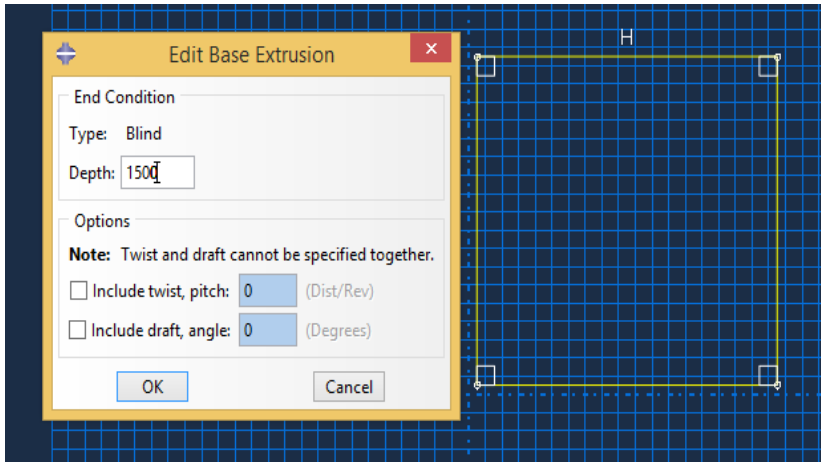
Gambar 4.10 Memasukan koordinat pada STR 1 dan memasukan panjang dari material sepanjang 1500mm (Material Baja)



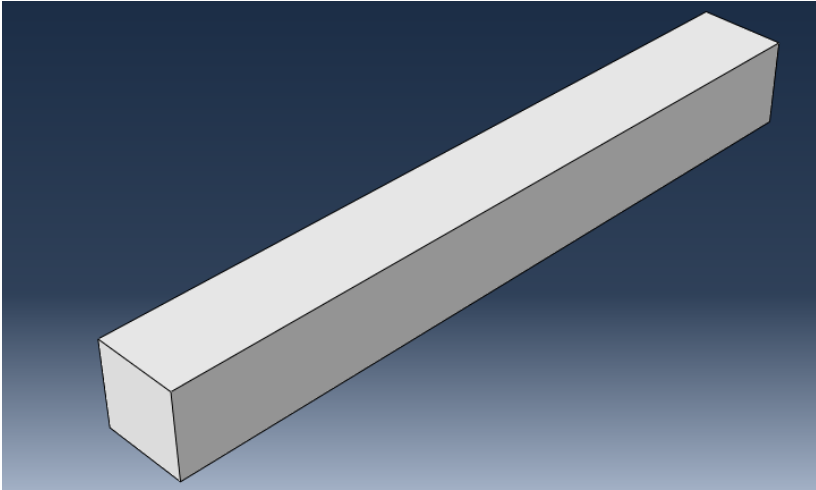
Gambar 4.11 Hasil permodelan material baja pada CFT STR 1 (sebelum dimasukan partisi)



Gambar 4.12 Hasil permodelan material baja pada CFT STR 1 (setelah dimasukkan partisi)



Gambar 4.13 Memasukan koordinat pada STR 1 dan memasukkan panjang dari material sepanjang 1500mm (Material Beton)



Gambar 4.14 Hasil permodelan material beton pada CFT STR 1

4.4.1.2 Material

Langkah ini merupakan penentuan jenis material yang digunakan untuk masing – masing elemen. Dengan mengisi *mass density, elastisitas material dan plastisitas material*.

a. Untuk profil baja

- *Density Menu* (Gambar 4.16)

Mass density untuk baja adalah

$$= \frac{7850 \text{ kg} / \text{m}^3}{1000000000} \times 9,81 \text{ m} / \text{dt}^2 = 7,70085 \times 10^{-5}$$

- *Elastic Menu* (Gambar 4.17)

Modulus Young Baja adalah 200000 Mpa dengan *Poisson ratio* = 0,3

- *Plastic Menu* (Gambar 4.18)

$F_y = 343$ Mpa untuk batas leleh dengan *plastic strain* harus dimulai dari 0 Mpa.

$F_y = 343 \text{ Mpa}$ untuk batas leleh dengan *plastic strain*
 $= 0,024010 \text{ Mpa}$

$F_u = 411,60 \text{ Mpa}$ untuk batas leleh dengan *plastic strain*
 $= 0,066885 \text{ Mpa}$

b. Untuk profil beton

- *Density Menu* (Gambar 4.19)

Mass density untuk beton adalah

$$= \frac{2400 \text{ kg} / \text{m}^3}{10000000000} \times 9,81 \text{ m} / \text{dt}^2 = 2,3544 \times 10^{-5}$$

- *Elastic Menu* (Gambar 4.20)

Modulus Young Beton adalah 23994 Mpa dengan

Eccentricity	fbo/fco	K	Derajat Keruntuhan	Viskositas
0,1	1,16	0,6667	36	0

Poisson ratio = 0,19

- *Plastic Menu* (Gambar 4.21)

Name: Material-1

Description: Baja

Material Behaviors

Density

General Mechanical Thermal Electrical/Magnetic Other

Density

Distribution: Uniform

☐ Use temperature-dependent data

Number of field variables: 0

Data

	Mass Density
1	0,000077

Gambar 4.15 Density Input material baja pada CFT STR 1

Name: Material-1

Description: Baja

Material Behaviors

Density

Elastic

General

Mechanical

Thermal

Electrical/Magnetic

Other

Elastic

Type: Isotropic

☐ Use temperature-dependent data

Number of field variables: 0

Moduli time scale (for viscoelasticity): Long-term

☐ No compression

☐ No tension

Data

	Young's Modulus	Poisson's Ratio
1	200000	0.3

Gambar 4.16 Elastic Input material baja pada CFT STR 1

Name: Material-1

Description: Baja

Material Behaviors

Density

Elastic

Plastic

General

Mechanical

Thermal

Electrical/Magnetic

Other

Plastic

Hardening: Isotropic

☐ Use strain-rate-dependent data

☐ Use temperature-dependent data

Number of field variables: 0

Data

	Yield Stress	Plastic Strain
1	343	0
2	344	0,024
3	411.6	0,0067

Gambar 4.17 Plastic Input material baja pada CFT STR 1

Name: Material-2

Description: Beton

Material Behaviors

Density

General Mechanical Thermal Electrical/Magnetic Other

Density

Distribution: Uniform

☐ Use temperature-dependent data

Number of field variables: 0

Data

	Mass Density
1	0.000023544

Gambar 4.18 Density Input material beton pada CFT STR 1

Name: Material-2

Description: Beton

Material Behaviors

Density

Elastic

General Mechanical Thermal Electrical/Magnetic Other

Elastic

Type: Isotropic

☐ Use temperature-dependent data

Number of field variables: 0

Moduli time scale (for viscoelasticity): Long-term

☐ No compression

☐ No tension

Data

	Young's Modulus	Poisson's Ratio
1	24000	0.19

Gambar 4.19 Elastic Input material beton pada CFT STR 1

Name: Material-2

Description:

Material Behaviors

Density

Elastic

Concrete Damaged Plasticity

General Mechanical Thermal Electrical/Magnetic Other

Concrete Damaged Plasticity

Plasticity Compressive Behavior Tensile Behavior

☐ Use temperature-dependent data

Number of field variables:

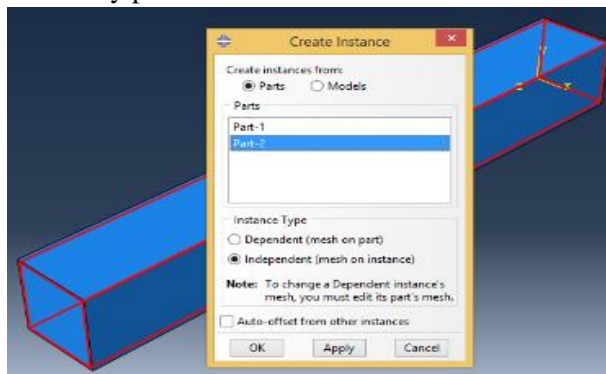
Data

	Dilation Angle	Eccentricity	f_b/f_{c0}	K	Viscosity Parameter
1	36	0.1	1.16	0.667	<input type="text" value="d"/>

Gambar 4.20 Plastic Input (Concrete Damaged Plasticity) material baja pada CFT STR 1

4.4.1.3 Assembly

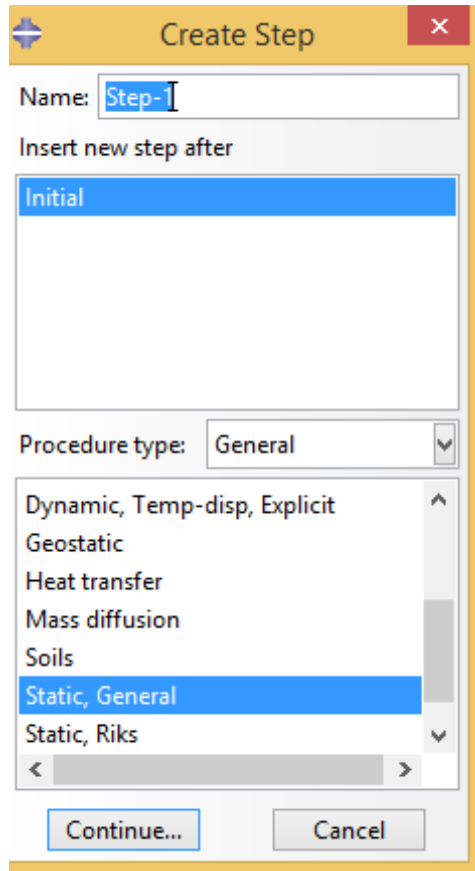
Assembly merupakan penggabungan dari elemen – elemen yang telah dibuat menjadi satu kesatuan sebelum melakukan *Interaction*. Berikut (Gambar 4.21) adalah salah satu contoh proses assembly pada STR 1:



Gambar 4.21 Assembly Proses

4.4.1.4 Step (Pendefinisian Beban)

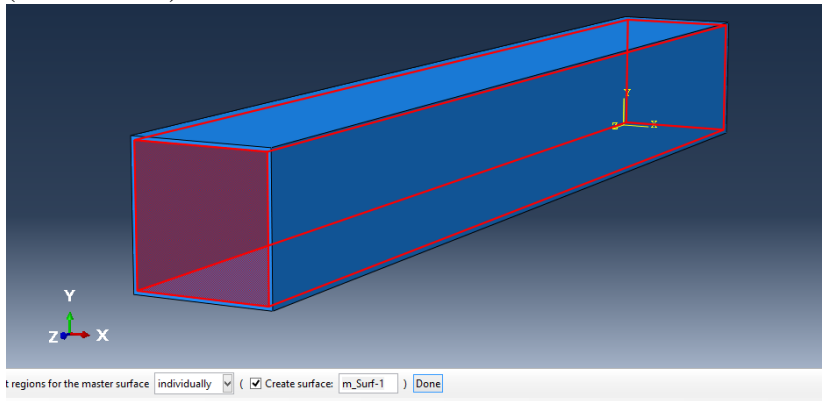
Ada 2 jenis *step* yaitu *initial step* yang menjadi default dari abaqus yaitu merupakan pendefinisian dari input-input gaya *interior elemen*, dan *Load Step* yang merupakan pendefinisian dari input – input beban. Berikut adalah permodalan step (Gambar 4.23) pada STR1.



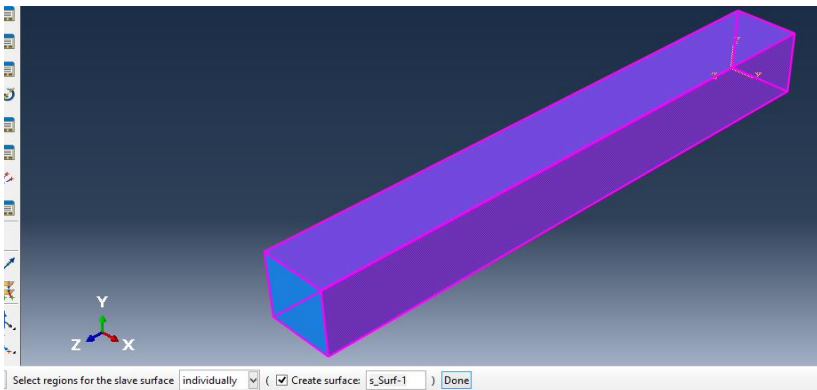
Gambar 4.22 Step

4.5.1.5 Interaction (Lekatan antar elemen)

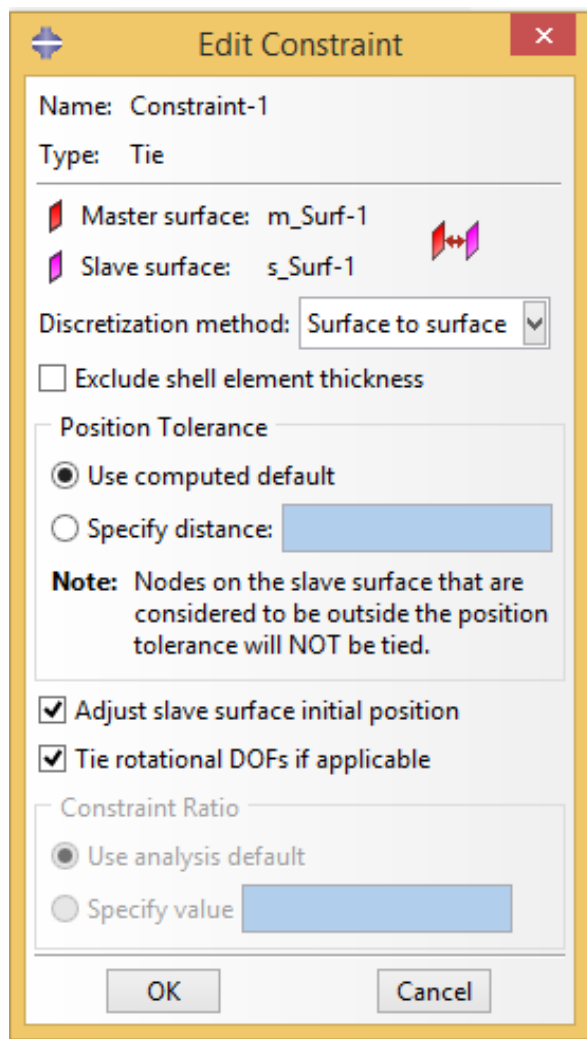
Dalam hal ini ada dua macam tipe lekatan yaitu *master surface* dan *slave surface*. *Master surface* yaitu elemen yang menjadi pusat lekatan dari elemen yang lain pada portal ini adalah kolom (Gambar 4.24). *Slave Surface* adalah elemen yang melekat pad master surface (Gambar 4.25). Dalam hal ini *discretization method* menggunakan *surface to surface* (Gambar 4.26).



Gambar 4.23 Master Surface pada STR1



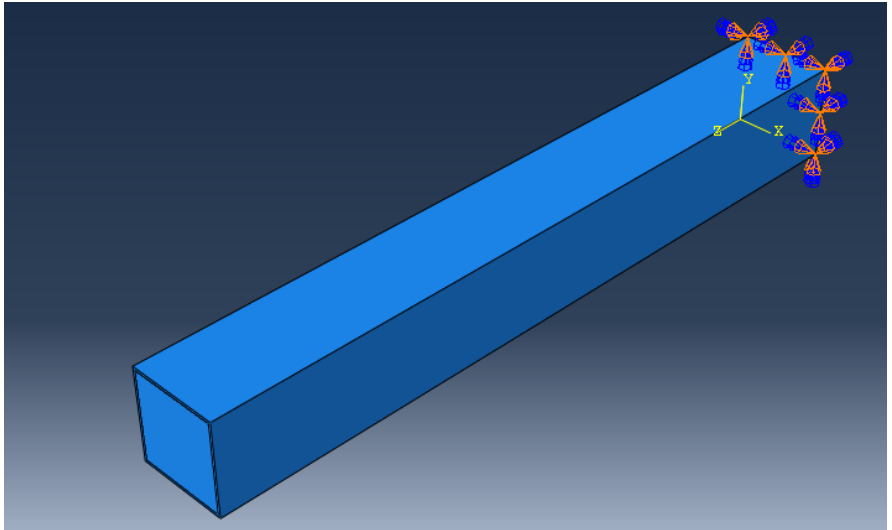
Gambar 4.24 Sleeve Surface pada STR1



Gambar 4.25 *discretization method menggunakan surface to surface*

4.4.1.6 Load (Beban)

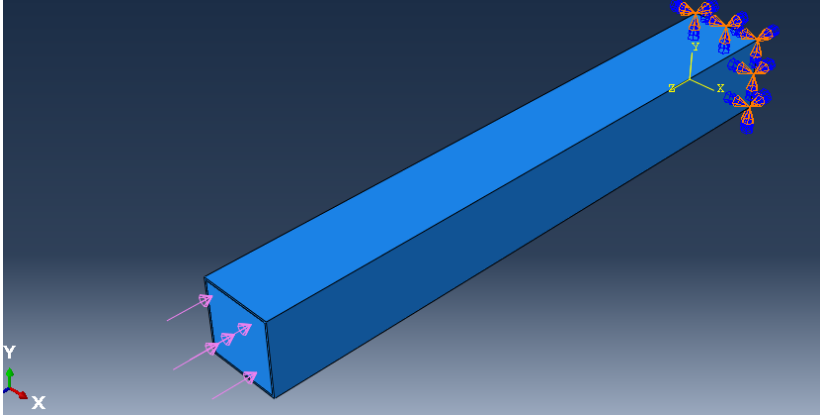
Setelah dilakukan *interaction* maka setelah itu elemen kolom diberi beban. Namun sebelum diberi beban maka perletakkan elemen tersebut harus diasumsikan jepit – jepit terlebih dahulu seperti terlihat pada Gambar 4.27.



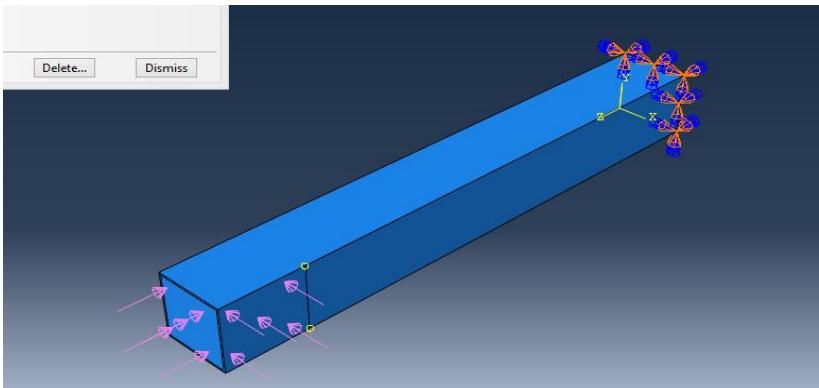
Gambar 4.26 Perletakan pada elemen *CFT STR1*

Setelah proses perletakan pada elemen kolom baja, selanjutnya diberi beban aksial dan lentur sesuai dengan siklusnya masing-masing. Berikut permodelan akibat beban yang terjadi untuk siklus 1 (Gambar 4.28) dan siklus 2 dan 3 (Gambar 4.29). Adapun untuk penentuan beban dan pembagiannya dapat dilihat pada subbab 4.4. Untuk pembagian beban untuk siklus 1 hanya terkenal beban aksial saja, namun untuk siklus 2 terkena beban aksial sebanyak 100 persen yang diberikan secara berkala dan beban lentur tetap sebesar 30 persen. Untuk siklus 3 adalah keterbalikan dari siklus 2 yaitu beban lenturnya menjadi 100 persen

dan diberikan secara berkala sementara beban aksial diberikan secara tetap sebesar 30 persen



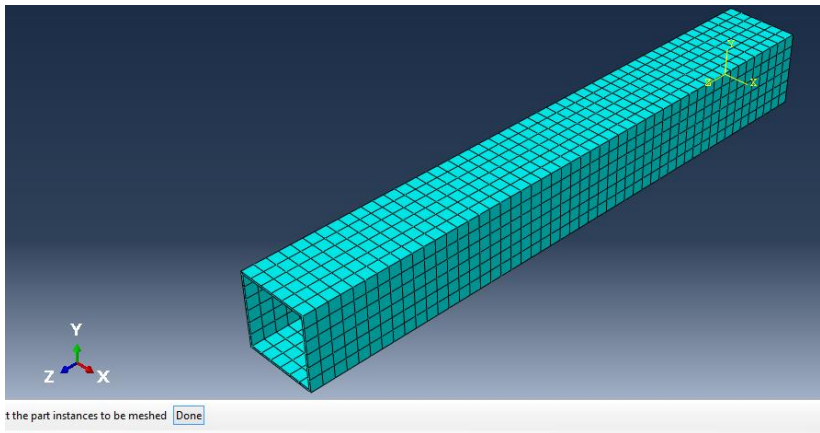
Gambar 4.27 Pembebanan Siklus 1 pada elemen *CFT STR1*



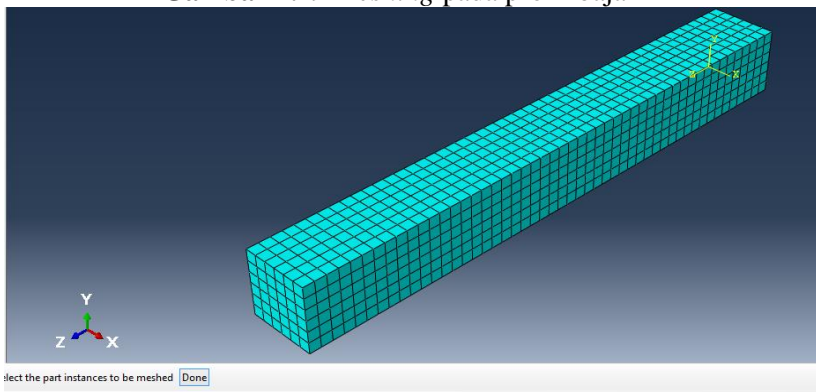
Gambar 4.28 Pembebanan Siklus 2 dan 3 pada elemen *CFT STR1*

4.4.1.7 Meshing

Setiap part yang terdapat pada struktur portal harus dibagi menjadi bagian – bagian kecil – kecil. Hal ini berfungsi untuk menganalisa setiap elemen portal lebih mendalam seperti terlihat pada Gambar 4.30 dan Gambar 4.31



Gambar 4.29 Meshing pada profil baja

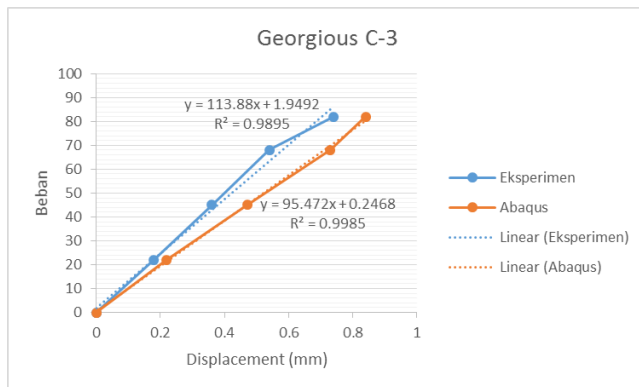


Gambar 4.30 Meshing pada profil beton

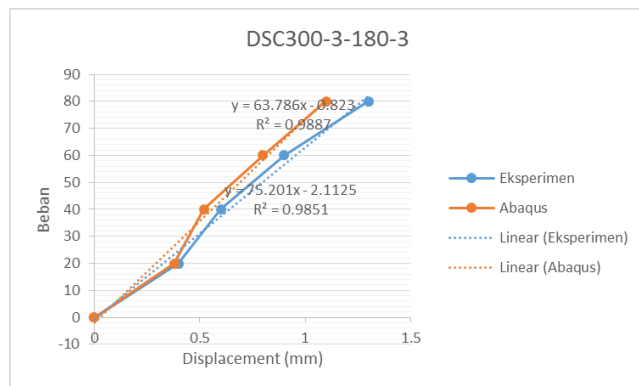
4.5 Hasil dan Analisa

4.5.1 Hasil Validasi

Validasi ini adalah perbandingan antara yang dilakukan pada penelitian dengan hasil dari abaqus. Pada validasi ini digunakan 3 eksperimen, pertama adalah penelitian georgious Gambar 4.33 dan kedua penelitian chen Gambar 4.34



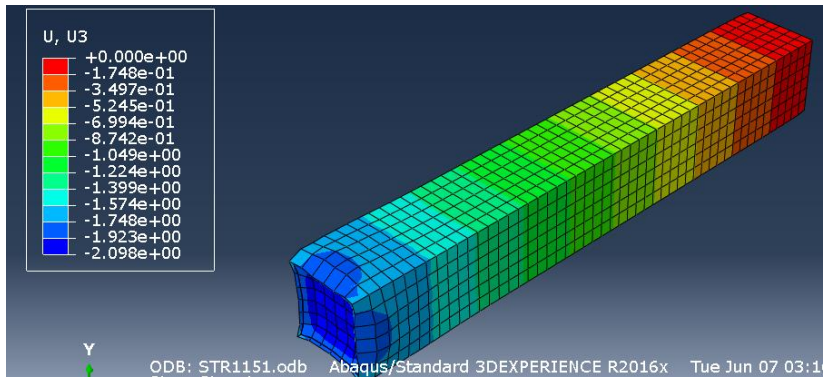
Gambar 4.31 Perbandingan Abaqus dan Eksperimen (Georgious C – 3)



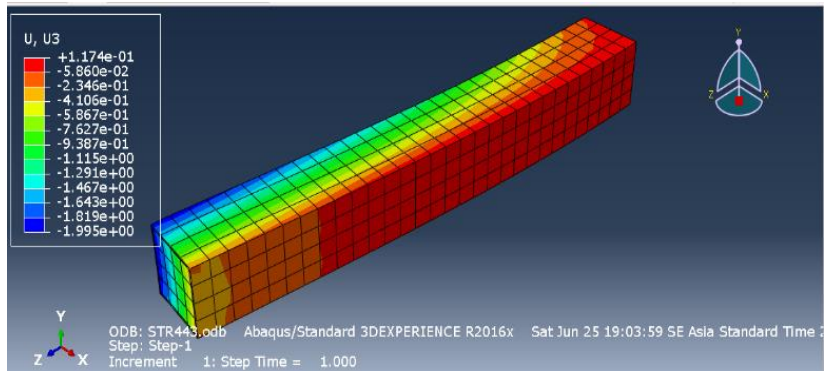
Gambar 4.32 Perbandingan Abaqus dan Eksperimen (Chen DSC300-3-180-3)

4.5.2 Hasil Perbandingan

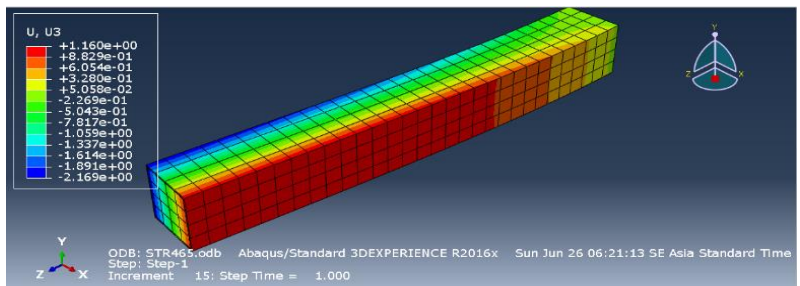
Dari 15 benda uji berupa elemen CFT yang dengan rincian 3 CFT Single Filled Tube dengan tipe tube rectangular, 3 CFT Single Filled Tube dengan tipe tube circular, 3 CFT Double Filled Tube dengan tipe tube rectangular, 3 CFT Doubled Filled Tube dengan tipe tube circular dan 3 CFT Single Filled Tube dengan tipe tube rectangular - circular dan telah diberi beban maka akan diperbandingkan hasilnya berupa deformasi dan tegangan yang terjadi. Adapun karena asumsi pembebanan arah Z maka deformasi yang dilihat adalah arah U3 dan tegangan yang dilihat adalah S33, Berikut ini adalah contoh grafik deformasi yang terjadi akibat beban siklus 1 (Gambar 4.32), siklus 2 (Gambar 4.33) dan siklus 3 (Gambar 4.36) pada elemen STR 1



Gambar 4.33 Hasil *deformasi* pada elemen *CFT STR1*
Siklus 1



Gambar 4.34 Hasil *deformasi* pada elemen *CFT STR1* Siklus 2



Gambar 4.35 Hasil *deformasi* pada elemen *CFT STR1* Siklus 3

Berikut ini (Tabel 4.58 – 4.61) adalah rekapitulasi beruntun besarnya deformasi beton untuk siklus 1 U33, siklus 2 U11 dan U33 dan siklus 3 U11 dan U33 untuk semua specimen. Adapun satuan untuk deformasi elemen ini adalah mm. Sementara (Gambar 4.38 – 4.42) adalah rekapitulasi grafik perbandingan antara beban dengan lendutan untuk material beton. Sementara rekapitulasi untuk baja dapat dilihat pada Tabel 4.60 - 4.65 dan Gambar 4.43– 4.46 untuk gambar grafik rekapitula

Tabel 4.48 Rekapitulasi Deformasi Beton Akibat Siklus 1
U33

Nama Specimen	Deformasi (mm)				
	Siklus 1 Pembebanan ke				
Beban (N)	350000	700000	1050000	1400000	2800000
CFT STR 1	0.3	0.74	1.21	1.74	2.2
CFT STR 2	0.24	0.51	0.84	1.21	1.63
CFT STR 3	0.2	0.4	0.6	0.8	1
CFT STC 1	0.4	0.9	1.4	1.8	2.1
CFT STC 2	0.3	0.6	1	1.5	2.1
CFT STC 3	0.25	0.52	0.86	1.2	1.5
CFT DTR 1	0.3	0.7	1.1	1.5	1.9
CFT DTR 2	0.22	0.6	0.8	1.2	1.43
CFT DTR 3	0.18	0.32	0.58	0.72	1.13
CFT DTC 1	0.44	0.95	1.4	1.8	2.3
CFT DTC 2	0.27	0.53	0.97	1.35	1.71
CFT DTC 3	0.2	0.5	0.8	1.28	1.41
CFT DTRC 1	0.34	0.78	0.93	1.21	1.8
CFT DTRC 2	0.23	0.52	0.72	1.21	1.53
CFT DTRC 3	0.187	0.42	0.72	1	1.15

Tabel 4.49 Rekapitulasi Deformasi Akibat Siklus 2 U11

Nama Specimen	Deformasi (mm)				
	Siklus 2 Pembebanan ke				
	1	2	3	4	5
CFT STR 1	9.2	9.3	9.6	13.5	17.8
CFT STR 2	1.6	2.4	2.8	3.7	4.1
CFT STR 3	1.65	1.67	2	1.9	2.1
CFT STC 1	9.94	10.72	11.8	19.8	22.3
CFT STC 2	2.7	3.2	7	8	11
CFT STC 3	1.8	1.9	2.1	2.3	2.5
CFT DTR 1	7.2	8.8	9.1	10.3	11.5
CFT DTR 2	5.8	7.0	8.0	9.0	10.0
CFT DTR 3	4.6	5.7	7.0	8.0	9.0
CFT DTC 1	7.40	9.00	9.30	10.50	11.70
CFT DTC 2	6.00	7.20	8.20	9.20	10.20
CFT DTC 3	4.80	5.90	7.20	8.20	9.20
CFT DTRC 1	9.15	10.00	12.00	14.00	19.00
CFT DTRC 2	2.50	4.00	5.00	7.00	7.50
CFT DTRC 3	2.00	3.80	4.10	6.70	7.00

Tabel 4.50 Rekapitulasi Deformasi Akibat Siklus 2 U33

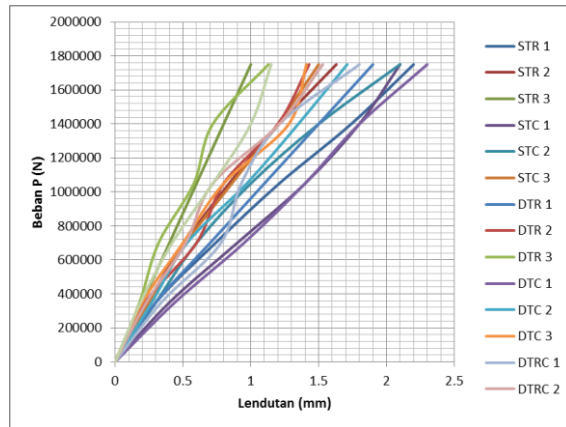
Nama Specimen	Deformasi (mm)				
	Siklus 2 Pembebanan ke				
	1	2	3	4	5
CFT STR 1	0.34	0.7	1.25	1.7	2.08
CFT STR 2	0.25	0.58	0.85	1.4	2
CFT STR 3	0.23	0.44	0.6	0.9	1.2
CFT STC 1	0.6	1.2	1.8	3.1	4.2
CFT STC 2	0.3	0.7	1.2	1.5	2.2
CFT STC 3	0.2	0.5	0.8	1.2	1.7
CFT DTR 1	0.8	1.2	1.6	1.9	2.1
CFT DTR 2	0.70	0.80	1.56	1.87	2.00
CFT DTR 3	0.60	0.80	1.57	1.90	2.00
CFT DTC 1	0.91	1.11	1.67	1.80	1.92
CFT DTC 2	0.80	1.00	1.54	1.74	1.84
CFT DTC 3	0.81	1.01	1.52	1.65	2.00
CFT DTRC 1	1.20	1.40	1.78	2.01	2.40
CFT DTRC 2	0.55	1.20	1.53	1.76	1.57
CFT DTRC 3	0.45	0.65	0.80	0.93	1.40

Tabel 4.51 Rekapitulasi Deformasi Akibat Siklus 3 U11

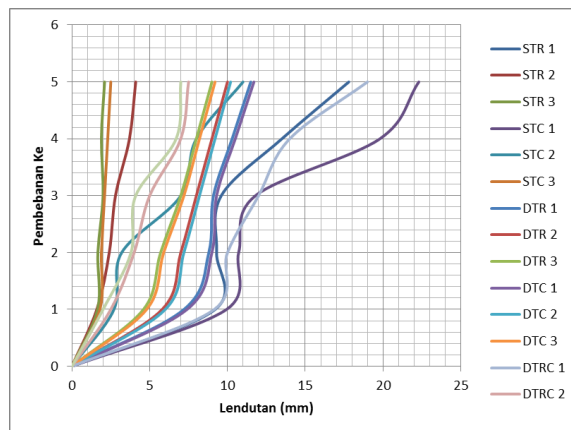
Nama Specimen	Deformasi (mm)				
	Siklus 3 Pembebanan ke				
	1	2	3	4	5
CFT STR 1	2.3	4.7	5.8	6.67	7.63
CFT STR 2	0.56	1.1	1.68	2.7	3.5
CFT STR 3	0.36	0.72	1.1	1.8	2.21
CFT STC 1	2.3	4.7	6.6	8.7	14.5
CFT STC 2	0.8	1.2	1.9	2.3	3.8
CFT STC 3	0.3	0.8	1.2	1.3	1.4
CFT DTR 1	3.2	4.7	5.5	4.8	5.2
CFT DTR 2	0.7	0.8	1.0	1.3	1.6
CFT DTR 3	0.4	0.5	0.7	1.2	1.5
CFT DTC 1	3.10	4.90	5.70	5.00	5.40
CFT DTC 2	0.90	1.01	1.12	1.48	1.55
CFT DTC 3	0.55	0.72	0.90	1.40	1.51
CFT DTRC 1	3.30	5.10	6.90	9.20	8.00
CFT DTRC 2	0.80	0.90	1.30	1.45	1.82
CFT DTRC 3	0.60	0.70	1.10	1.35	1.75

Tabel 4.52 Rekapitulasi Deformasi Akibat Siklus 3 U33

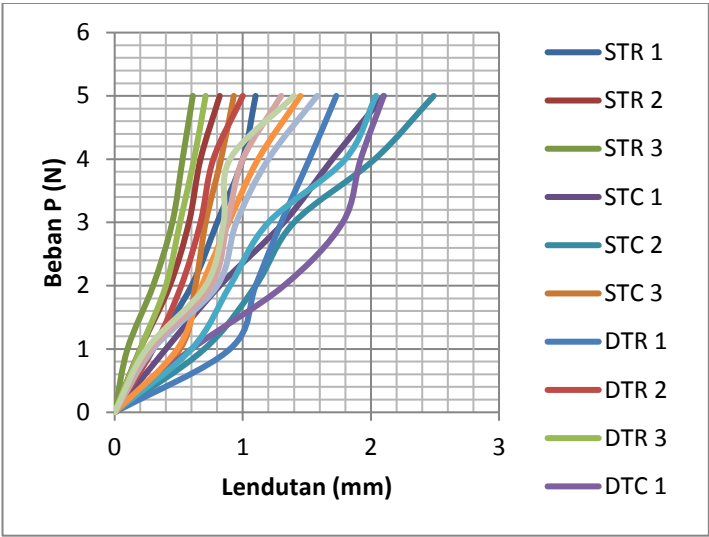
Nama Specimen	Deformasi (mm)				
	Siklus 3 Pembebanan ke				
	1	2	3	4	5
CFT STR 1	0.2	0.42	0.62	0.54	0.8
CFT STR 2	0.1	0.24	0.4	0.47	0.78
CFT STR 3	0.1	0.23	0.41	0.54	0.58
CFT STC 1	0.3	0.57	0.95	1.01	1.22
CFT STC 2	0.2	0.4	0.52	0.67	0.74
CFT STC 3	0.2	0.31	0.44	0.52	0.58
CFT DTR 1	0.1	0.5	0.8	0.94	0.96
CFT DTR 2	0.10	0.48	0.70	0.87	0.93
CFT DTR 3	0.10	0.43	0.65	0.78	0.84
CFT DTC 1	0.30	0.43	0.73	0.80	0.87
CFT DTC 2	0.10	0.44	0.75	0.83	0.92
CFT DTC 3	0.20	0.42	0.68	0.65	0.82
CFT DTRC 1	0.20	0.48	0.75	0.88	0.93
CFT DTRC 2	0.20	0.34	0.66	0.76	0.82
CFT DTRC 3	0.10	0.30	0.53	0.74	0.80



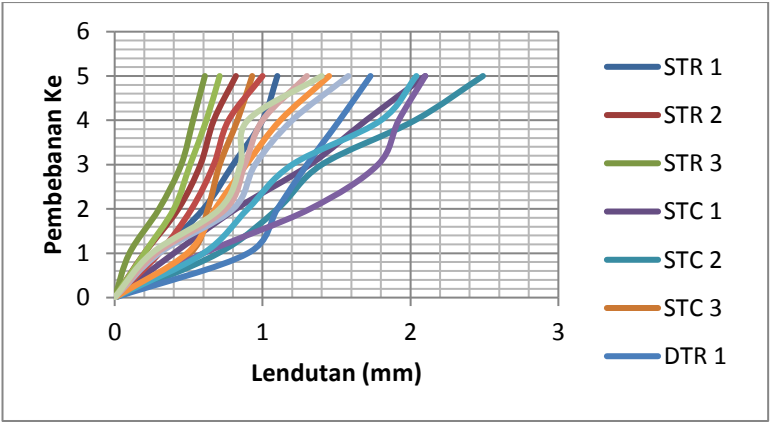
Gambar 4.36 Rekapitulasi Deformasi Beton Akibat Siklus 1 U33



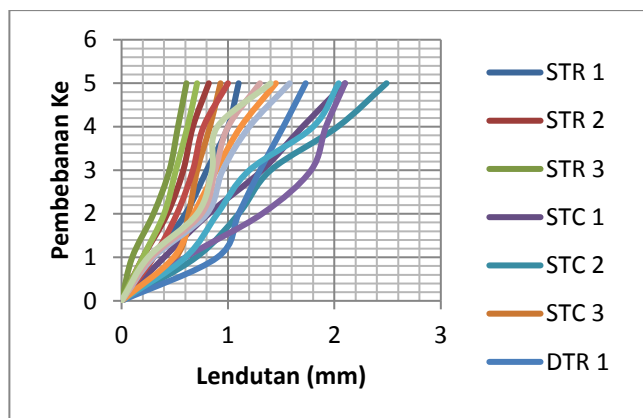
Gambar 4.37 Rekapitulasi Deformasi Beton Akibat Siklus 2 U11



Gambar 4.38 Rekapitulasi Deformasi Beton Akibat Siklus 2 U33



Gambar 4.39 Rekapitulasi Deformasi Beton Akibat Siklus 3 U11



Gambar 4.40 Rekapitulasi Deformasi Beton Akibat Siklus 3 U33

Pengambilan deformasi U33 dan U11 diambil dari arah pembebanan yang terjadi. Adapaun untuk siklus 1 untuk U33 deformasi terbesar terjadi pada specimen DTC 1 dengan deformasi 2.3 mm sementara yang terkecil adalah STR 3 dengan deformasi 1mm. Adapun untuk siklus 2 untuk U11 deformasi terbesar terjadi pada specimen DTRC 1 dengan deformasi 19 mm sementara yang terkecil adalah STR 3 dengan deformasi 2.3mm. Adapun untuk siklus 2 untuk U33 deformasi terbesar terjadi pada specimen STC 1 dengan deformasi 4.2 mm sementara yang terkecil adalah STR 3 dengan deformasi 1.2 mm. Adapun untuk siklus 3 untuk U11 deformasi terbesar terjadi pada specimen STC 1 dengan deformasi 14.5 mm sementara yang terkecil adalah STC 3 dengan deformasi 1.4mm. Adapun untuk siklus 3 untuk U33 deformasi terbesar terjadi pada specimen STC 1 dengan deformasi 1.22 mm sementara yang terkecil adalah STC 3 dengan deformasi 0.58 mm.

Tabel 4.53 Rekapitulasi Deformasi Baja Akibat Siklus 1
U33

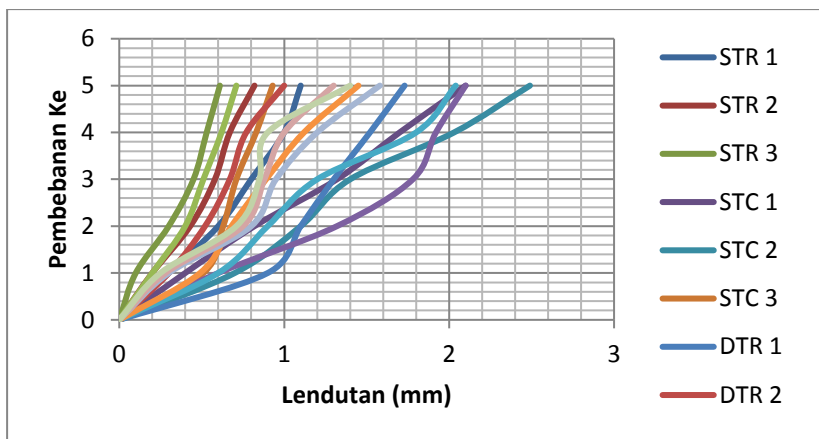
Nama Specimen	Deformasi (mm)				
	Siklus 1 Pembebanan ke				
Beban (N)	1	2	3	4	8
CFT STR 1	0.363	0.7	1.2	1.73	2.27
CFT STR 2	0.24	0.51	0.84	1.2	1.7
CFT STR 3	0.2	0.4	0.6	0.9	1.3
CFT STC 1	0.4	0.9	1.56	2.1	2.85
CFT STC 2	0.19	0.3	0.6	1.1	1.5
CFT STC 3	0.2	0.5	1.2	1.54	1.66
CFT DTR 1	0.3	0.68	1.1	1.672	2.1
CFT DTR 2	0.2	0.46	0.72	1.105	1.5
CFT DTR 3	0.18	0.38	0.59	0.86	1.1
CFT DTC 1	0.42	0.97	1.52	2.11	3.45
CFT DTC 2	0.29	0.61	0.97	1.34	1.71
CFT DTC 3	0.24	0.49	0.78	1.69	2.41
CFT DTRC 1	0.34	0.69	1.19	1.61	2.26
CFT DTRC 2	0.28	0.48	0.87	1.51	1.92
CFT DTRC 3	0.25	0.45	0.84	1.31	1.87

Tabel 4.54 Rekapitulasi Deformasi Baja Akibat Siklus 2 U33

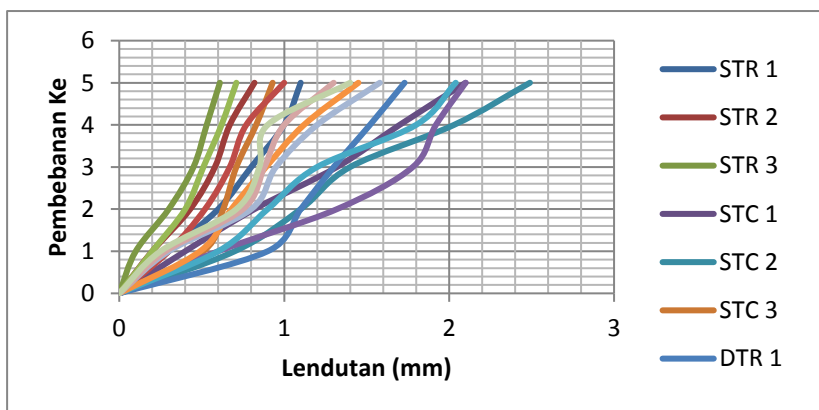
Nama Specimen	Deformasi (mm)				
	Siklus 2 Pembebanan ke				
	1	2	3	4	5
CFT STR 1	1.13	1.51	1.99	2.72	3.95
CFT STR 2	0.5	0.8	1.1	1.4	2.1
CFT STR 3	0.4	0.6	0.8	1	1.2
CFT STC 1	1.3	1.82	2.53	4.4	6.04
CFT STC 2	1.96	0.65	0.99	1.36	1.911
CFT STC 3	0.49	0.75	1.65	1.77	1.74
CFT DTR 1	1.43	1.57	1.84	2.36	3.22
CFT DTR 2	0.5	0.76	1.03	1.338	1.87
CFT DTR 3	0.46	0.82	0.79	1.065	1.34
CFT DTC 1	1.29	1.81	2.46	3.93	6.21
CFT DTC 2	0.63	0.94	1.2	1.68	2.6
CFT DTC 3	0.47	0.71	1	1.28	1.6
CFT DTRC 1	1.1	1.45	1.87	2.46	3.33
CFT DTRC 2	0.9	1.22	1.75	2.31	3
CFT DTRC 3	0.8	1.15	1.65	2.21	2.8

Tabel 4.55 Rekapitulasi Deformasi Baja Akibat Siklus 3 U33

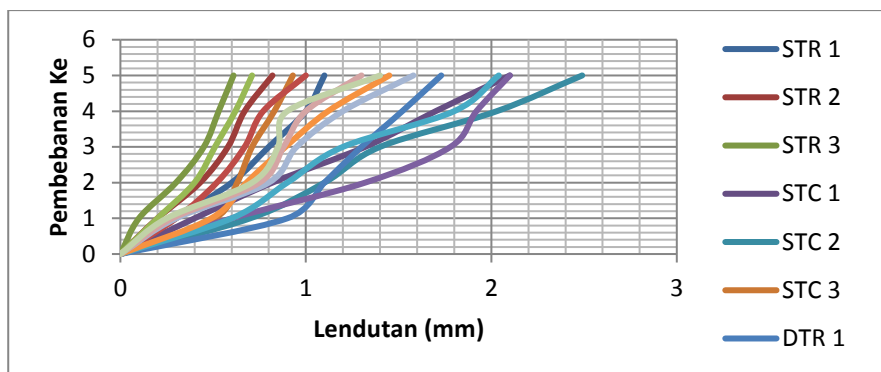
Nama Specimen	Deformasi (mm)				
	Siklus 3 Pembebanan ke				
	1	2	3	4	5
CFT STR 1	0.3	0.6	0.8	1	1.1
CFT STR 2	0.2	0.43	0.58	0.67	0.82
CFT STR 3	0.1	0.3	0.45	0.53	0.61
CFT STC 1	0.4	0.82	1.32	1.7	2.1
CFT STC 2	0.7	1.1	1.4	2.03	2.49
CFT STC 3	0.51	0.63	0.71	0.83	0.93
CFT DTR 1	0.9	1.1	1.3	1.52	1.73
CFT DTR 2	0.3	0.52	0.67	0.77	1
CFT DTR 3	0.2	0.4	0.51	0.62	0.71
CFT DTC 1	0.6	1.32	1.78	1.92	2.1
CFT DTC 2	0.6	0.9	1.2	1.8	2.04
CFT DTC 3	0.49	0.68	0.89	1.12	1.45
CFT DTRC 1	0.3	0.8	0.95	1.2	1.58
CFT DTRC 2	0.28	0.75	0.88	1	1.3
CFT DTRC 3	0.25	0.71	0.85	0.9	1.4



Gambar 4.41 Rekapitulasi Deformasi Baja Akibat Siklus 1 U33

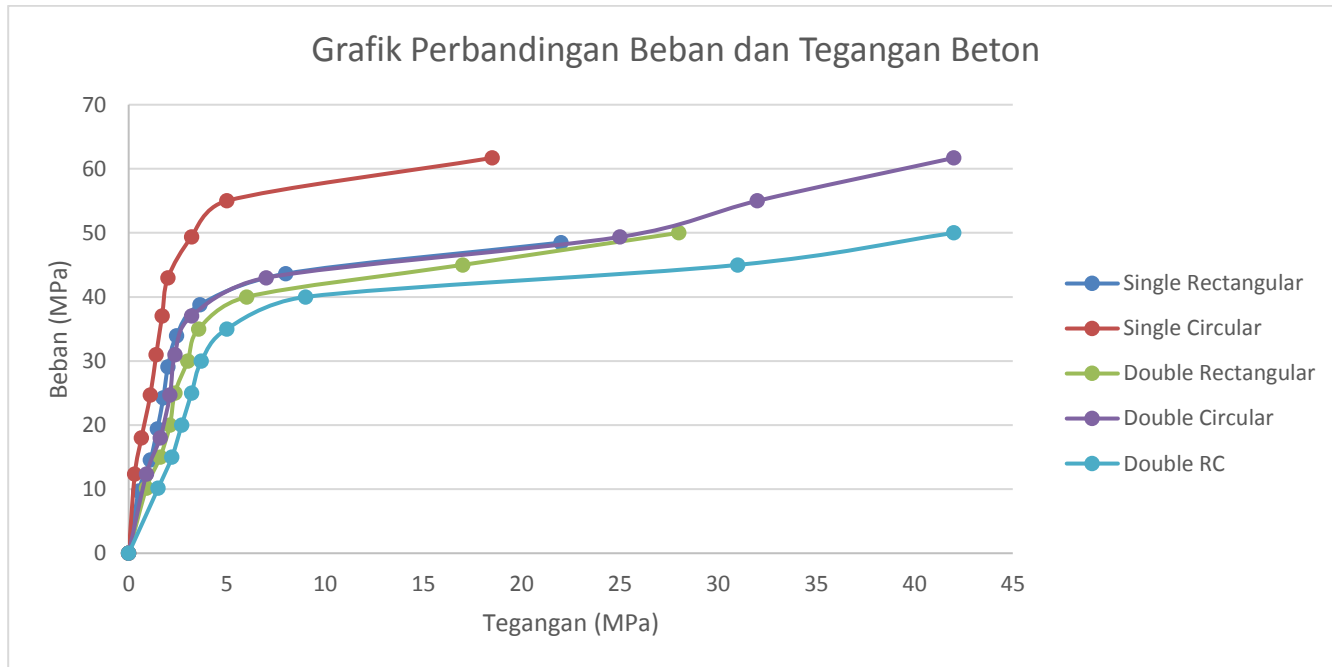


Gambar 4.42 Rekapitulasi Deformasi Beaja Akibat Siklus 2 U33

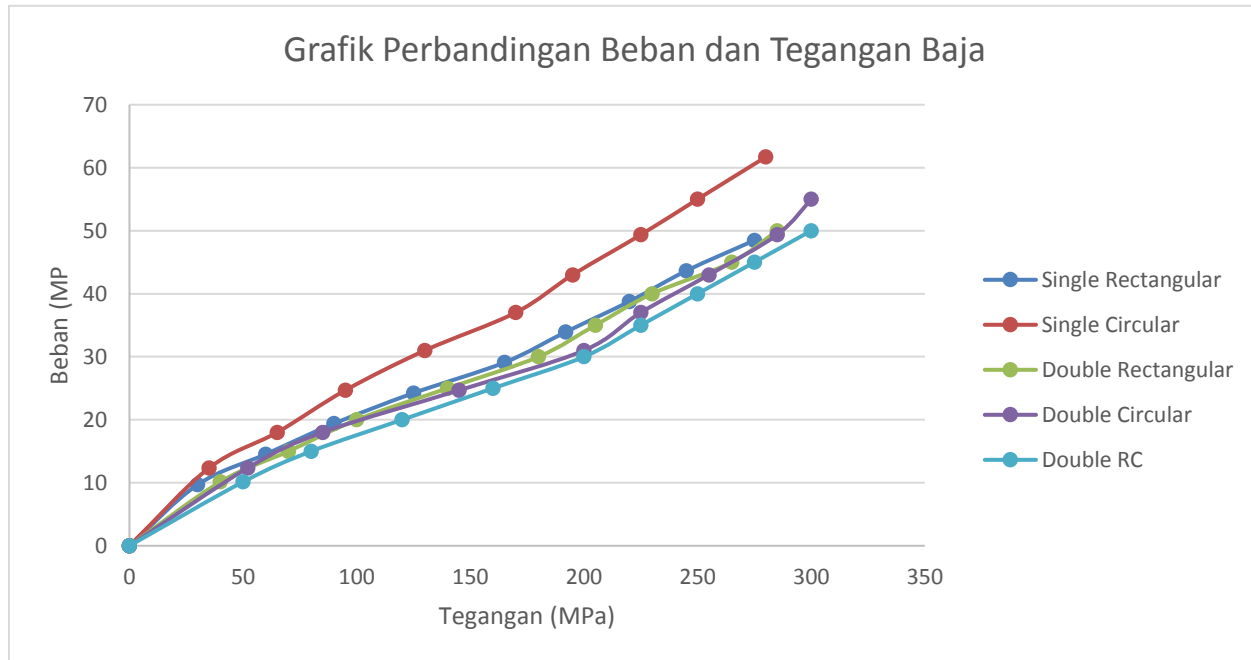


Gambar 4.43 Rekapitulasi Deformasi Baja Akibat Siklus 3 U33

Pengambilan deformasi U33 diambil dari lendutan yang kritis. Adapun untuk siklus 1 untuk U33 deformasi terbesar terjadi pada specimen DTC 1 dengan deformasi 3.45 mm sementara yang terkecil adalah DTR 3 dengan deformasi 1.1mm. Adapun untuk siklus 2 untuk U33 deformasi terbesar terjadi pada specimen DTC 1 dengan deformasi 6.21 mm sementara yang terkecil adalah STR 3 dengan deformasi 1.2mm. Adapun untuk siklus 3 untuk U33 deformasi terbesar terjadi pada specimen STC 2 dengan deformasi 2.49 mm sementara yang terkecil adalah DTR 2 dengan deformasi 1mm



Gambar 4.43 Grafik Perbandingan Antara Beban dan Tegangan Beton



Gambar 4.44 Grafik Perbandingan Antara Beban dan Tegangan Baja

Dari gambar 4.43 dan 4.44 dapat disimpulkan bahwa kondisi beton sudah melewati f_{cr} (kondisi retak) yaitu pada $0.62 \sqrt{F'c}$ atau sama dengan 3.6 MPa. Namun kondisi pada material baja belum sampai pada bagian plastic, baja masih dalam keadaan elastis (belum melewati tegangan leleh baja). Adapun untuk tegangan terkecil beton maupun baja dalam menerima beban adalah oleh specimen single filled tube dengan tipe circular. Sementara tegangan terbesar baik beton maupun baja dalam menerima beban tekan adalah double skin tube dengan tipe rectangular – circular.

"halaman ini sengaja dikosongkan"

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil perhitungan dan analisa yang telah dilakukan pada elemen *Concrete Filled Steel Tube* maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Dalam kontrol menggunakan SNI 1729 – 2015 didapatkan hasil semua material baik validasi maupun material yang akan dibandingkan memenuhi kapasitas dan persyaratan
2. Dari perhitungan beban diperoleh bahwa beban aksial minimum adalah 18430 Kg sehingga diambil beban aksial pakai sebesar 17500 Kg
3. Asumsi untuk beban lentur adalah 30 persen dari beban aksial. Hal ini berarti beban lentur pakai untuk permodelan tugas akhir ini didapat sebesar 52500 Kg.
4. Pembebanan dilakukan dengan 3 siklus yaitu siklus 1 yang dimana material diberikan hanya beban aksial secara berkala, siklus 2 adalah specimen diberikan beban sebesar 100 persen beban aksial secara berkala dan 30 persen beban lentur diberikan secara tetap. Adapun untuk siklus 3 specimen diberikan beban sebesar 100 persen beban lentur secara berkala dan 30 persen beban aksial diberikan secara tetap
5. Proses yang dilaksanakan selama running dengan software abaqus secara berurutan adalah pembuatan part, pembuatan material, assembly specimen, penentuan step, penentuan interaksi antar material pada specimen, pemberian perletakan, pemberian beban, meshing, dan running.
6. Perbedaan hasil abaqus dan hasil eksperimental dari penelitian chen dkk dan dari penelitian georgious adalah sebesar 12 persen.
7. Untuk Material Beton Pengambilan deformasi U33 dan U11 diambil dari arah pembebanan yang terjadi. Adapun untuk

siklus 1 untuk U33 deformasi terbesar terjadi pada specimen DTC 1 dengan deformasi 2.3 mm sementara yang terkecil adalah STR 3 dengan deformasi 1mm. Adapun untuk siklus 2 untuk U11 deformasi terbesar terjadi pada specimen DTRC 1 dengan deformasi 19 mm sementara yang terkecil adalah STR 3 dengan deformasi 2.3mm. Adapun untuk siklus 2 untuk U33 deformasi terbesar terjadi pada specimen STC 1 dengan deformasi 4.2 mm sementara yang terkecil adalah STR 3 dengan deformasi 1.2 mm. Adapun untuk siklus 3 untuk U11 deformasi terbesar terjadi pada specimen STC 1 dengan deformasi 14.5 mm sementara yang terkecil adalah STC 3 dengan deformasi 1.4mm. Adapun untuk siklus 3 untuk U33 deformasi terbesar terjadi pada specimen STC 1 dengan deformasi 1.22 mm sementara yang terkecil adalah STC 3 dengan deformasi 0.58 mm.

8. Untuk Material Baja Pengambilan deformasi U33 diambil dari lendutan yang kritis. Adapun untuk siklus 1 untuk U33 deformasi terbesar terjadi pada specimen DTC 1 dengan deformasi 3.45 mm sementara yang terkecil adalah DTR 3 dengan deformasi 1.1mm. Adapun untuk siklus 2 untuk U33 deformasi terbesar terjadi pada specimen DTC 1 dengan deformasi 6.21 mm sementara yang terkecil adalah STR 3 dengan deformasi 1.2mm. Adapun untuk siklus 3 untuk U33 deformasi terbesar terjadi pada specimen STC 2 dengan deformasi 2.49 mm sementara yang terkecil adalah DTR 2 dengan deformasi 1mm
9. Dalam perhitungan siklus didapatkan bahwa material beton sudah dalam keadaan crack sementara untuk material baja belum melewati fase leleh
10. Specimen yang paling baik dalam menerima tekan adalah single tube dengan tipe tube circular sementara yang paling

buruk adalah material double skin tube dengan jenis tube rectangular – circular

5.2. Saran

Sebaiknya dilakukan penelitian lebih lanjut dengan cara melakukan eksperimen untuk mengetahui apakah hasil yang didapat dari software sama dengan hasil eksperimen. Selain itu, perlu dilakukan identifikasi ataupun penelitian lebih lanjut pada sambungan antar elemen yaitu sambungan baja dan beton. Diperlukan juga kombinasi spesifikasi material, dimensi material, dan pembebanan yang lebih banyak guna mendetailkan proses analisis.

"halaman ini sengaja dikosongkan"

DAFTAR PUSTAKA

American Concrete Institute 318 (2008), *Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-08) and Commentary*, American Concrete Institute, Detroit, Michigan.

Bradford, M.A., Loh, H.Y. and Uy, B. “*Slenderness Limits for Filled Circular Steel Tubes*”. Journal of Constructional Steel Research (2002), Vol. 58, No.2, pp. 243-252.

Ju Chen, Jun Wang, Fang Xie, and Wei-Liang Jin, “*Behavior of Thin Walled Dodecagonal Section Double Skin Concrete Filled Steel Tubes Under Bending*”. Journal of Constructional Steel Research 2015.

Georgios Giakoumelis, Dennis Lam, “*Axial Capacity of Circular Concrete-Filled Tube Columns*”. Journal of Constructional Steel Research 60 (2004) 1049-1068.

Gita Prestalita 2009 *Studi Pengaruh Efek Pengengkangan Pada Kolom Concrete Filled Steel Tube Akibat Pemasangan Cross Tie*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Science Research Conferences (SRC) Standarisasi Architectural Institute Of Japan 2012, “*Design Structural Of Concrete Filled Tube (CFT)*”.

Setiawan, Agus.2008. *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD*. Jakarta: Erlangga.

SNI 1729 – 2015 “*Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural*” Badan Standarisasi Nasional Indonesia

Y.Essopje and M.Dundu “ *Performance of Concrete Filled Double – Skin Circular Tube in Compression*” Journal of Constructional Steel Research 2015.

Yue Ling Long, “*Local buckling of steel plates in rectangular CFT columns with binding bars*”. Journal of Constructional Steel Research 65 (2009) 965-972.

Ziemian, R.D. “*Guide to Stability Design Criteria for Metal Structures*”. Journal of Structural Engineering (2010) 1301-1307.

BIODATA PENULIS



Bernard Octvianus,

Lahir di Jakarta 9 Oktober 1994, merupakan anak pertama dari dua bersaudara anak, dari pasangan Andi Popo dan Selviana Handoko

Penulis telah menempuh pendidikan formal di SDK 2 Penabur Jakarta, SMP Universall Jakartavdan SMA Universal Jakarta,

Selanjutnya, pada tahun 2012 penulis melanjutkan pendidikan sarjananya di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Jurusan Teknik Sipil (FTSP-ITS) Surabaya melalui Program S1- Reguler dan terdaftar dengan NRP. 3112 100 147.

Pada jurusan Teknik Sipil FTSP – ITS Surabaya, penulis adalah Mahasiswa Program Sarjana (S1) dan mengambil Bidang Studi Struktur.